

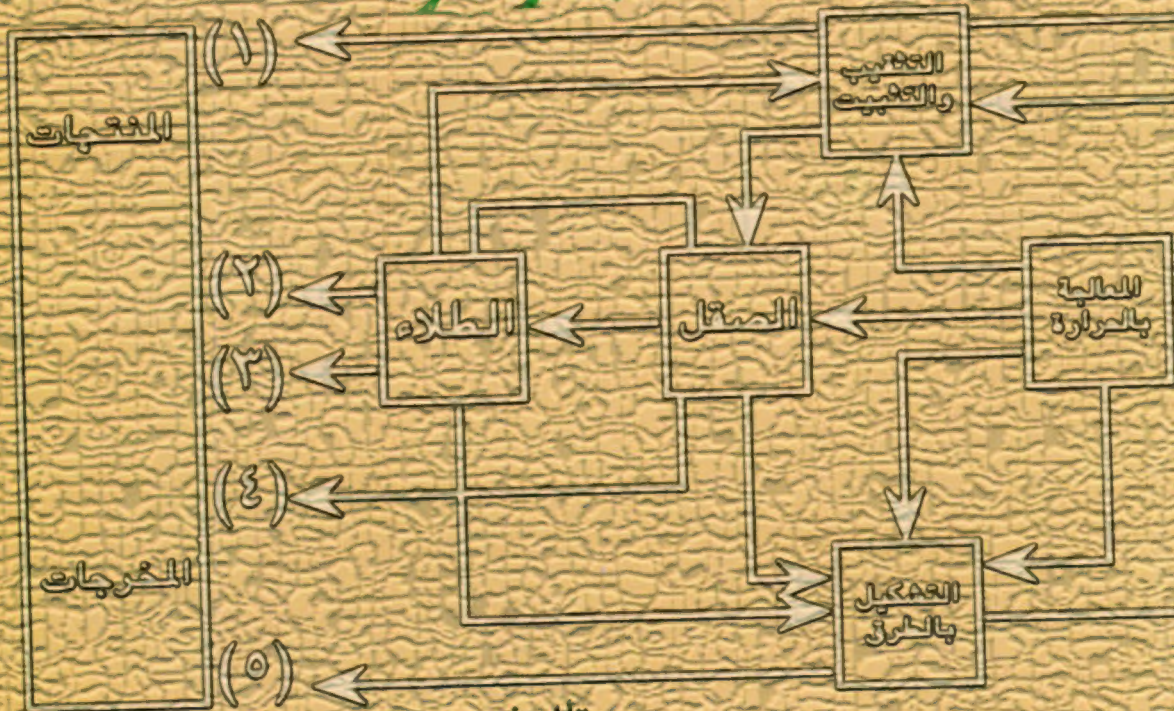


مركز البحوث

# إدارة العمليات

النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة

الجزء الأول



تأليف

د. نجم عبود نجم

بسم الله الرحمن الرحيم



مركز البحوث

# **إدارة العمليات :**

**النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة**

**الجزء الأول**

**تأليف**

**د. نجم عبود نجم**

**١٤٢٢ هـ - ٢٠٠١ م**

## بطاقة الفهرسة

③ معهد الإدارة العامة ، ١٤٢١هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر .

نجم ، عبود نجم .

إدارة العمليات : النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة - الرياض .

٩١٢ ص : ١٦ × ٢٣ سم .

ردمك : ٥ - ٦٩ - ١٤ - ٩٩٦٠

١ - إدارة الأعمال أ - العنوان

٢١ / ٠٢٣٨

ديوى : ٦٥٨ ، ٥٤

رقم الإيداع : ٢١ / ٠٢٣٨

ردمك : ٥ - ٦٩ - ١٤ - ٩٩٦٠

## قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
مقدمة	٥
الفصل الأول : إدارة العمليات : المفهوم و الإستراتيجية و التطوير	٧
ملحق الفصل الأول : إستراتيجية العمليات : المدخل الياباني	٥٧
الفصل الثانى : إدارة المشروعات : النماذج الشبكية	٨٣
الفصل الثالث : الموقع	١٤٧
ملحق الفصل الثالث : طريقة النقل	١٩٥
الفصل الرابع : التنظيم الداخلى	٢٣٣
الفصل الخامس : التنبؤ (تقدير الطلب)	٣٠٣
الفصل السادس : المنتج	٣٥٥
ملحق الفصل السادس : المزيج الإنتاجى باستخدام البرمجة الخطية	٣٩٧
الفصل السابع : التخطيط الإجمالى	٤٢٣
الفصل الثامن : نماذج المخزون	٤٦٧
الفصل التاسع : تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP)	٥٤٥
الفصل العاشر : جدولة الإنتاج	٦٠٩
الفصل الحادى عشر : نظام الوقت المحدد	٦٧٣
الفصل الثانى عشر : تكنولوجيا الإنتاج المثلى	٧٢٥
الفصل الثالث عشر : تكنولوجيا الإنتاج	٧٥٧
الفصل الرابع عشر : الجودة	٨١١
ملحق الفصل الرابع عشر : الخصائص الأساسية للمدخل الياباني فى مجال الجودة	٨٨٣
الملاحق : التوزيعات الاحتمالية واحتمالات بواسون التراكمية	٩٠٥



الإهداء

إلى أستاذتي

زوجتي

وأبنائي :

تحيات

سهيل

أحمد

محمد

## مقدمة

هذا الكتاب يقدم فكرة شاملة واضحة عن إدارة العمليات (الإنتاجية والخدمية) من خلال التغطية التفصيلية للقسم الأكبر من موضوعات ومفاهيم إدارة العمليات . ولعل في هذه التغطية الشاملة والتفصيلية ما يساعد الطلبة الدارسين والمديرين الممارسين على أن يكونوا أكثر قدرة على فهم ومعالجة المشكلات التي تواجههم ، سواء على مستوى المفاهيم النظرية أو الأساليب العلمية .

ولقد حاول الكتاب بصبر وأناة أن يقدم منهجية محددة على مستوى الكتاب ، وعلى مستوى كل فصل لمجالات إدارة وإستراتيجية العمليات من جهة ، وللأساليب وتطبيقاتها من جهة أخرى ، في إطار واضح من المتابعة الجدية للتطورات في مفاهيم وأساليب إدارة العمليات . وقد تجلّى ذلك في تغطية الكتاب لمفاهيم حديثة كثيرة منها :

في مجال العمليات مثل : إستراتيجية العمليات ، المنافسة القائمة على الوقت ، المنافسة القائمة على الخدمة ، إعادة الهندسة ، ورقابة الجودة الشاملة .. إلخ .

في مجال أنظمة العمليات : نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP) ، نظام تخطيط الموارد الصناعية (MRP II) ، نظام الوقت المحدد (JIT) ، وتكنولوجيا الإنتاج المثلى (OPT) ... إلخ .

في مجال التجربة اليابانية : إستراتيجية العمليات : المدخل الياباني ، الخصائص الأساسية للتجربة اليابانية في مجال الجودة ، وفقرات عن مفاهيم وتطبيقات هذه التجربة في الموقع ، التنظيم الداخلي ، المنتج ، التخطيط الإجمالي ، والجدولة ... إلخ .

في مجال الخدمات : تضمنت جميع فصول الكتاب تقريباً فقرات عن الخدمات وتطبيقات إدارة العمليات في هذا المجال .

في مجال الأساليب : تضمن الكتاب عرضاً لبعض الأساليب الكمية كما هو الحال في البرمجة الخطية ، إدارة المشروعات ، نماذج المخزون ، والتنبؤ ... إلخ .

في مجال تكنولوجيا الإنتاج : تضمن الكتاب عرضاً ملائماً لأنظمة تكنولوجيا العمليات مثل : التصميم بمساعدة الحاسبة (CAD) ، التصنيع بمساعدة الحاسبة

(CAM) ، أنظمة الإنتاج المرنة (FMS) ، الإنسان الآلي (Robot) ، تخطيط التشغيل بمساعدة الحاسبة (CAPP) ، الإنتاج المتكامل بالحاسبة (CIM) ، ومصنع المستقبل ... إلخ .

إن هذه التغطية الشاملة لإدارة العمليات أتمنى أن تكون عوناً للارتقاء بإدارة وإستراتيجية العمليات ومفاهيمها وتطبيقاتها ، سواء بالنسبة للطلبة أو للمديرين بما يحقق أهداف الإعداد العلمى المتخصص للطلبة فى هذا المجال الحيوى ، وأهداف مديرى العمليات لتحسين الفاعلية والكفاءة فى شركاتهم .

ولابد من كلمة اعتزاز وتقدير للإخوة المحكّمين الذين كان لهم دور كبير فى إغناء هذا الكتاب ، سواء فى التعديلات أو التوضيحات أو التصويبات ، واقتراح فقرات جديدة لإظهار الكتاب بالحالة التى هو عليها الآن ، ولهم فى كل ما قدموه الشكر والتقدير ، ويبقى المؤلف هو المسؤول أولاً وأخيراً عن كل ما هو وارد فى هذا الكتاب . ولا يسعنى فى هذه المقدمة إلا أن أعبر عن بالغ الامتنان لمعهد الإدارة العامة فى الرياض على رعايتهم لهذا الكتاب ومتابعة مراحل المتعاقبة بصبر وأناة . كما أود أن أعبر عن بالغ التقدير للمعهد المهنى العالى بـ(درة) وإدارته التى قدمت كل ما يمكن تقديمه من أجل إنجاز هذا الكتاب ، ولكل من ساهم فى تقديم يد العون من أجل إنجاز هذا الكتاب بالشكل الذى ظهر به .  
والله الموفق .

المؤلف

## الفصل الأول : إدارة العمليات : المفهوم والاستراتيجية والتطور .

- ١-١ - المدخل .
- ٢-١ - مفهوم إدارة العمليات .
- ٣-١ - مداخل إدارة العمليات .
- أولاً : مدخل الوظائف الإدارية .
- ثانياً : مدخل علم الإدارة .
- ثالثاً : مدخل القرارات .
- رابعاً : مدخل النظم .
- خامساً : مدخل دورة الحياة .
- سادساً : مدخل إستراتيجية العمليات .
- ٤-١ - إستراتيجية العمليات .
- ٥-١ - خصائص المنتج والخدمة .
- ٦-١ - مصفوف الخدمة .
- ٧-١ - سلسلة الخدمة - الربح .
- ٨-١ - التطور التاريخي لإدارة العمليات .
- ٩-١ - اتجاهات التطور في إدارة العمليات .
- ١٠-١ - الإعداد لإدارة العمليات .

الأسئلة

المراجع





## ١-١ - المدخل :

يمثل الإنتاج قلب النشاط الاقتصادي الذي لاغنى عنه في المجتمع ؛ لأنه بقدر ما يؤدي إلى جعل المواد والمنتجات معدة للاستعمال بطريقة ملائمة ، فإنه يمثل الأداة المهمة لإيجاد وتحويل وإضافة قيمة جديدة لهذه المواد والمنتجات . ولعل هذا يفسر القول بأن المجتمعات المعاصرة لا يمكن تقييمها بما تملك من ثروة ، وإنما بما تستطيع إنتاجه من هذه الثروة ؛ لأن الإنتاج هو الذي ينشئ ويجدد الثروة ، وهو أيضاً معيار القدرة على ما يمكن تحقيقه من تطور حقيقي في عالمنا المعاصر الذي لازال الإنتاج يمثل فيه مجال التنافس الأكثر أهمية .

يمكن تعريف الإنتاج بأنه عملية تحويل المدخلات (المواد الأولية والعمل) من خلال العمليات التحويلية إلى مخرجات (منتجات سلعية وخدمات) . وهذا التعريف ينسجم مع مدخل النظم الذي يعتبر المصنع بمثابة نظام متكامل يتكون من أجزاء ومكونات متسائدة ، تعمل بشكل متفاعل مع بعضها ومع البيئة الخارجية من أجل أهداف مشتركة . وعادة ما يتم تقييم عملية الإنتاج على أساس معيارين هما :

أولاً : الفاعلية وهي القدرة على تحقيق الأهداف الموضوعة ، وفي هذا المعيار يتم تقييم الإنتاج على المستوى الكلي (Macro-Level) للشركة ، أي مستوى تحقيق الإنتاج للسياسة وأهدافها التي حددتها الإدارة للإنتاج كما هو الحال في هدف تحسين خدمة الزبون من خلال الالتزام الدقيق بمواعيد التسليم . ولكن بسبب الموارد المحدودة ؛ فإن الفاعلية وحدها قد لا تكفي ؛ لهذا فلا بد لها من الاهتمام بمعيار آخر هو الكفاءة .

ثانياً : الكفاءة وتشير إلى أن الموارد المطلوبة لإنجاز هدف ما أقل من النتائج المتحققة ، فهي إذن العلاقة بين المنافع والكلفة أو بين المخرجات والمدخلات ، أي :

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{المخرجات}}{\text{المدخلات}}$$

فإذا كانت النتيجة (١٠) فهذا يعنى كفاءة أفضل ، أما إذا كانت النتيجة (١٠) : فهذا يشير إلى كفاءة متدنية ، وفى هذا المعيار يتم تقييم عملية الإنتاج على المستوى الجزئى ، فإذا كانت الفاعلية تقيم الصورة أو اللوحة كاملة : فإن الكفاءة تدخل فى الصورة أو اللوحة لتقييم ما استخدم فيها مقابل ما تحقق منها . وثمة علاقة عضوية بين الفاعلية والكفاءة ، وفى حالات كثيرة يكون تحقيق الكفاءة مؤشراً دالاً على تحقيق الفاعلية ، إلا أنه فى حالات أخرى يمكن أن تتحقق الفاعلية بدون تحقيق الكفاءة ، أو أن تتحقق الكفاءة بدون تحقيق الفاعلية ، وقد يتم تحقيق التوازن فى تحقيق الفاعلية والكفاءة فى نفس الوقت وهذه هى الحالة الأفضل . ويوضح الشكل (١-١) العلاقة بين الفاعلية والكفاءة فى الحالات الثلاث .

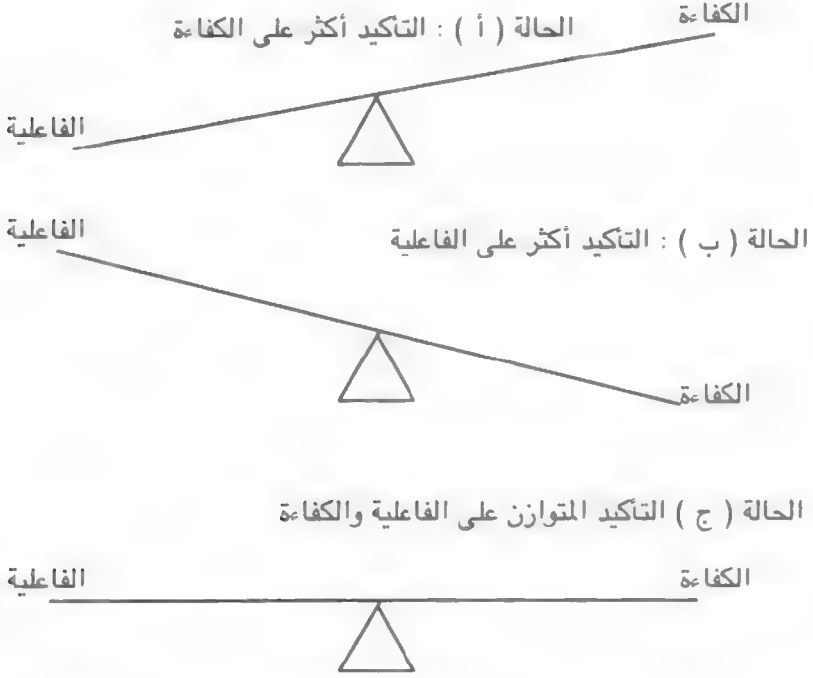
ولنأخذ مثلاً على ذلك . لنفرض أن الإدارة من أهدافها المهمة تسليم الطلبات فى موعد التسليم المحدد ، فإذا كانت إحدى الطلبات لأسباب إنتاجية (تعطل الآلة) أو تتعلق بالتوريد (تأخر توريد المواد) تواجه تأخيراً محتملاً فى موعد التسليم : فمن الممكن أن تكون هناك ثلاثة بدائل هى :

أ - بديل التأخير : باستخدام نفس الموارد والقبول بالتأخر المحسوب عن موعد التسليم : حالة الفاعلية غير متحققة والكفاءة عالية عندما تظل المخرجات أكبر من المدخلات (التأكيد أكثر على الكفاءة) .

ب - بديل التعجيل : باستخدام موارد إضافية (مثل الوقت الإضافى) لتسليم الطلبية فى موعدها المحدد : حالة الفاعلية متحققة والكفاءة منخفضة (التأكيد أكثر على الفاعلية) .

ج - بديل الموازنة : هذا البديل يمكن أن يتحقق عندما تكون لدى الإدارة فرصة لتحسين الكفاءة وزيادتها باستخدام موارد بحدود لا تفقدها الكفاءة بالمقارنة مع المنافسين أو بالمقارنة بالمدخلات مع إنجاز الطلبية فى الموعد المحدد : حالة الفاعلية متحققة وكذلك الكفاءة عالية (التأكيد المتوازن على الفاعلية والكفاءة) .

الشكل رقم (١-١) العلاقة بين الفاعلية والكفاءة



هذه المعايير فى تقييم الإنتاج يمكن أن تستخدم فى عمليات الإنتاج المختلفة والتي يمكن تصنيفها وفق خصائص معينة وهى كالآتى :

أ - تصنيف عمليات الإنتاج حسب نوع القطاع إلى عمليات استخراجية كاستخراج خامات الحديد ، الفحم ، والنفط ، وعمليات تحويلية كما فى الصناعة الهندسية ، النسيجية ، والغذائية .. إلخ .

ب - تصنيف عمليات الإنتاج حسب طبيعة عملية الإنتاج إلى عمليات قائمة على التصنيع تقوم بتغيير شكل وتركيب المواد وتحويلها إلى منتجات نهائية ، وعمليات قائمة على التجميع كما فى المنتجات التى تتكون من أجزاء وتجميعات فرعية .



ج- تُصنيف عمليات الإنتاج حسب غرض الإنتاج أو الصنع إلى عمليات الصنع من أجل الطلبية ، وتقوم على الإنتاج للوحدة المفردة أو بكميات صغيرة حسب الطلبية ، وتستخدم في نمط الإنتاج على أساس المشروع ، والإنتاج حسب الطلب ، وعمليات الصنع من أجل الخزن ، وتقوم على الإنتاج بكميات كبيرة ، وتستخدم في نمط الإنتاج الواسع والمستمر .

## ٢-١ - مفهوم إدارة العمليات :

كما أن التكنولوجيا ومهارات العمل وطرقه تتطور ؛ فإن المفاهيم تتطور أيضاً ، وهذا بالتأكيد يشمل مفهوم إدارة العمليات ، فكما يشير (آدم وإيبرت Adam & Ebert) فإن إدارة التصنيع أو الإدارة الصناعية استخدمت للفترة (١٧٠٠م حتى ١٩٣٠م) والتي قامت على تقسيم العمل ، وفيما بعد على دراسة العمل والتركيز على التكنولوجيا كأساس للصناعة . وخلال الفترة (١٩٣٠-١٩٥٠م) استخدم مصطلح إدارة الإنتاج والتي ركزت على إنتاج السلع والخدمات في المجتمعات الصناعية ، وخلال هذه الفترة طبقت مبادئ الطريقة العلمية لتايلور (F.W.Taylor) ، واستخدمت الأساليب الإحصائية في السيطرة ، الجودة والتوصل إلى النماذج والأساليب الكمية ، كما تطورت مدرسة العلاقات الإنسانية لتتقدم رؤية إنسانية بدلاً من الرؤية الآلية - الهندسية للمصنع . ومع تطور الحاسبات واستمرار التحول من قطاع الصناعة كقطاع سائد إلى قطاع الخدمات ؛ بدأ التحول التدريجي في عقدى الستينيات والتسعينيات إلى مصطلح إدارة العمليات الذي هو توسيع لإدارة الإنتاج ؛ ليشمل قطاع الخدمات ، وليغطي إنتاج السلع وتقديم الخدمات في نفس الوقت .

وكما يشير (ديلمار D.Delmar) فإن الثورة الصناعية التي بدأت في القرن الثامن عشر في إنجلترا ، وانتشرت أواخر ذلك القرن في الولايات المتحدة قد نقلت المجتمعات من مجتمعات زراعية إلى مجتمعات صناعية . ولاشك في أن هذه الفترة كانت بحاجة إلى إدارة الإنتاج التي تنسجم مع هيمنة الصناعة . ولكن مع منتصف هذا القرن بدأ يتسع قطاع الخدمات ، ففي الولايات المتحدة التي أصبحت تمثل

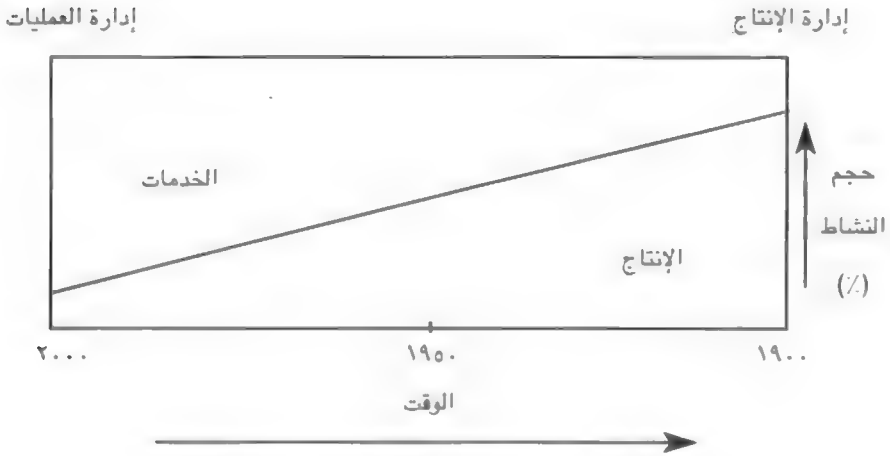
اقتصاد خدمات : فإن الخدمات تمثل أكثر من (٧٠٪) من الناتج المحلى الإجمالى (GNP) و (٨٠٪) من قوة العمل ، وهذا ما ينطبق على الدول الصناعية الأخرى ، وفى اليابان يضم قطاع الخدمات (٧٥٪) من قوة العمل ، وفى أوروبا (٧٢٪) . وإزاء هذا التحول فلابد من الانتقال من مركز الثقل القائم على الإنتاج إلى مركز الثقل القائم على الخدمات : مما استلزم التحول من إدارة الإنتاج إلى إدارة العمليات . ويوضح الشكل رقم (١-٢) هذا التحول . ولكن لابد من التأكيد على أن العمليات تستخدم بالمعنى الواسع لتشمل العمليات الإنتاجية الخدمية على حد سواء ؛ وذلك لأن قطاع الصناعة (وبالتالى الإنتاج) سيظل يمثل أهمية كبيرة ؛ حيث لا يمكن تصور المجتمع بدون قطاع يوفر السلع (المنتجات) ، هذا بالإضافة إلى أن الخدمات المصرفية شأنها شأن السلع المصرفية فى الشركات الحديثة - لا تمثل النسبة الأكبر ، وأن النسبة المهمة تتمثل فى مزيج السلعة - الخدمة كما سنوضح لاحقاً .

يمكن تعريف إدارة العمليات بأنها عملية التخطيط والتنظيم للعمليات (سواء كانت إنتاجية أم خدمية) ، والرقابة عليها لتحقيق أهداف الشركة . وهذا التعريف يمثل مدخل الوظائف ، كما يمكن تعريفها بأنها عملية صنع القرارات المتعلقة بتصميم نظام العمليات وتشغيلها لتحقيق أهداف الشركة ، وهذا يمثل مدخل القرارات . والتعريف الثالث الذى نقدمه يمثل مدخل النظم وهو : عملية التوجيه والسيطرة على نظام العمليات فى ظروف البيئة الداخلية والخارجية لتحقيق أهداف الشركة . وبدون التوسع فى هذا المجال نشير إلى أن كل تعريف من هذه التعريفات له عيوبه ومزاياه ، كما أنها ليست بالضرورة متعارضة ، وإنما يمكن أن تتكامل فى إطار مدخل تكاملى ينظر إلى إدارة العمليات على أنها مجموعة العمليات والوظائف المتعلقة بقرارات تصميم وتشغيل نظام العمليات (الإنتاجية أو الخدمية) فى ظروف البيئة الداخلية والخارجية لتحقيق أهداف الشركة ، وبهذا التعريف يمكن أن نلاحظ جانبين أساسيين هما :

أولاً : التكامل بين المداخل بحيث يعطى المرونة العالية لإدارة العمليات ؛ من أجل الاستفادة من مزايا هذه المداخل .

ثانياً : أن إدارة العمليات ليست مجرد وظيفة تشغيلية وفق النظرة التقليدية التي تحصرها فى تشغيل نظام العمليات ، وإنما هى أيضاً وظيفة إستراتيجية تتعلق بتصميم نظام العمليات وتشغيله وفق منظور إستراتيجى .

### الشكل رقم (١-٢) تطور إدارة الإنتاج إلى إدارة العمليات



### ١-٢- مداخل إدارة العمليات :

إن المدخل هو النظرة التى تحكم تعاملنا مع الموضوع وطريقة المعالجة التى تساعدنا على الفهم المنهجى لذلك الموضوع ، وإدارة العمليات لها مداخل متعددة سنعرض لها فيما يأتى :

#### أولاً : مدخل الوظائف الإدارية (Managerial Functions Approach) :

إن هذا المدخل رغم أنه من أقدم المداخل فى الإدارة بشكل عام إلا أنه لا زال يحظى باهتمام لدى المختصين بإدارة العمليات ، ومنهم (كوك ورسيل Cook and Russell) فى كتابهما "إدارة العمليات المعاصرة" و(ديلوورث J.B.Dilworth) . وهذا المدخل

يقوم على تجميع قرارات وأنشطة إدارة العمليات فى فئات رئيسية تدعى وظائف المديرين ، وقد حدد (كوك ورسل) أربع وظائف لإدارة العمليات هى :

أ - التصميم (تصميم نظام الإنتاج) : يضم المنتج ، نمط التشغيل ، اختيار المعدات الرأس مالية ، وضع معايير العمل ، تطور مهارات العاملين ، الموقع والتنظيم الداخلى للمصنع .

ب - التشغيل (تشغيل نظام الإنتاج) : يشمل الشراء ، التنبؤ بالاحتياجات ، إعادة تصميم التشغيل ، النقل ، والصيانة .

ج - الجدولة : تشمل التخطيط الإجمالى ، جدولة مستويات قوة العمل ، إدارة المشروع ، توقيت طلبات المخزون ، التعاقب ، جدولة مواقع العمل .

د - الرقابة : تضم الرقابة على الجودة ، الرقابة على المخزون ، السيطرة على عمليات الإنتاج ، الرقابة على الكلفة ، وتخصيص الموارد .

أما (ديلورث) فقد حدد هذه الوظائف بالتخطيط والتنظيم والرقابة مع وظائف أخرى هى : التوجيه ، التحفيز ، التنسيق ، تطوير العاملين . ولعل أهم ما يؤخذ على هذا المدخل هو : عدم الاتفاق على تحديد هذه الوظائف وعددها ، وأنه يهتم بالوظائف دون أن يحدد كيفية القيام بها ؛ مما يجعله مدخلاً شكلياً ، وأخيراً فإنه يعتبر مدخلاً تبسيطياً يتلاعب مع ما كانت عليه البيئة فى الماضى عندما كانت تقليدية - ساكنة ، والشركات الصغيرة تعمل فى ظل تغيرات جزئية ومحدودة .

## ثانياً : مدخل علم الإدارة (Management Science Approach) :

تطور هذا المدخل مع تطور بحوث العمليات أثناء الحرب العالمية الثانية ، واستخدام تكنولوجيا الحاسبات فى الخمسينيات وبعد تعقد وكبر حجم الأعمال . وقد مثل (بوفافا E.S.Buffa) و(مارتن ستار M.K.Starr) هذا التوجه بالتركيز على الأساليب الكمية وبحوث العمليات فى إدارة العمليات . وهذا المدخل يسعى إلى توظيف الأساليب الكمية والنماذج الرياضية التى تم التوصل إليها (كالبرمجة الخطية ، نظرية القرار ، نماذج المخزون ، شبكات الأعمال ، المحاكاة .. إلخ) فى معالجة مشكلات إدارة العمليات .

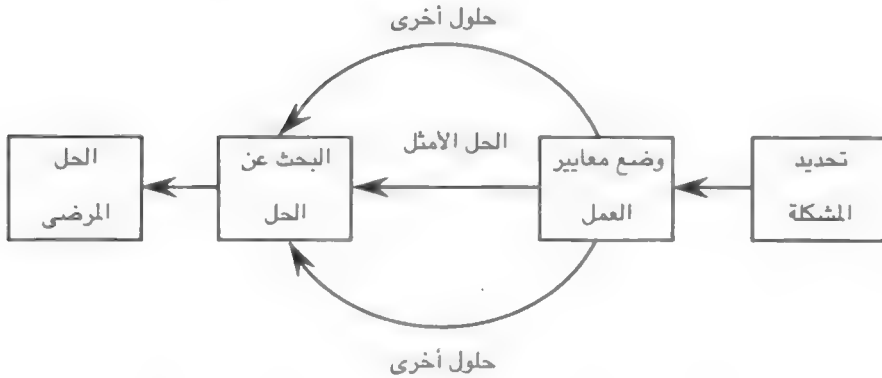


والأساس فى هذه الأساليب والنماذج هو أن القرار الرشيد لا يستند إلى التقدير الذاتى والخبرة الشخصية فى الشركات الحديثة ، وإنما باستخدام هذه الأساليب يتم التوصل إلى القرارات المثلى ، إلا أن هذا المدخل رغم أهميته لازال يواجه صعوبات كثيرة فى مقدمتها :

أ - طبيعة عملية التجريد التى تستند إليها صياغة النماذج الكمية ، فكما يقول (بؤفا E.S.Buffa) فإن بناء النموذج للعمليات أو للنظام الواقعى يعتمد على تجريد عناصر النظام ، وهذا التجريد مفيد لتطوير الرؤية للمشكلة ، إلا أننا سرعان ما نصطدم بضخامة ما يتم تجاهله من عناصر الحالة الواقعية عند بناء النموذج : مما يجعل النموذج فى الأخير يضيف السمة المثالية على النظام الواقعى .

ب - مما يرتبط بالنقطة السابقة صعوبة الحلول المثلى وأحياناً عدم واقعيتها : فالرشد المطلق (Absolute Rationality) الذى تفترضه الأساليب الكمية فى علم الإدارة لا ينسجم فى حالات كثيرة مع طبيعة عمل البشر : لهذا اقترح (هريبرت سايمون H.Simon) نموذجاً فى الحل المرضى بدلاً من الحل الأمثل كما مبين فى الشكل رقم (٣-١) . والذى اقترح فيه سايمون ما يسمى بالرشد المقيد لوصف القرارات فى الشركات .

الشكل رقم (٣-١) نموذج سايمون لصنع القرار



ج - إن علم الإدارة بوصفه علم النمذجة الرياضية في حل مشكلات القرار ، أوجد اعتقاداً خاطئاً بأنه يمثل الدواء العام لكل الأمراض (Panacea) في الإدارة ، وقد يكون مصدر هذا الاعتقاد التطبيق الناجح في بعض المجالات إلا أن هذا لا يعنى النجاح في كل المجالات . ويجرى الحديث في الوقت الحاضر عن عامل لا يظهر في هذه الأساليب والنماذج هو القوة الحدسية للمديرين مما يبقى الإدارة في جانب منها على الأقل فناً ، كما أن اختيار الأسلوب الكمي الملائم لكل مشكلة يمثل أيضاً جانب الفن في بحوث العمليات .

### ثالثاً : مدخل القرارات (Decisions Approach) :

إن هذا المدخل يتجه نحو التأكيد على أن القرار هو جوهر العملية الإدارية في المجالات المختلفة ، ويمثل (شرويدر R.G.Schroeder) هذا المدخل : حيث يعرف إدارة العمليات بأنها دراسة صنع القرار لوظيفة العمليات ، وهذا المدخل قد ساهم في التأكيد على أهمية الأساليب التحليلية (الرياضية) في صنع القرار ، إلا أنه لم يذهب إلى الحلول المثلى والرشد المطلق الذي ينسجم مع مفهوم الإنسان الاقتصادي ، وإنما إلى الحلول المرضية والرشد المقيد والذي ينسجم مع مفهوم الإنسان الإداري ، وهذا ما مثله (هربرت سايمون H.Simon) أحد رواد هذا المدخل . كما أن المساهمة المهمة لهذا الاتجاه تتمثل في تحديد الخطوات المنهجية لعملية صنع القرار وهي : تحديد المشكلة ، جمع البيانات ، تحديد البدائل لمعالجة المشكلة ، المفاضلة بين البدائل واتخاذ القرار ، وأخيراً التنفيذ والتقييم .

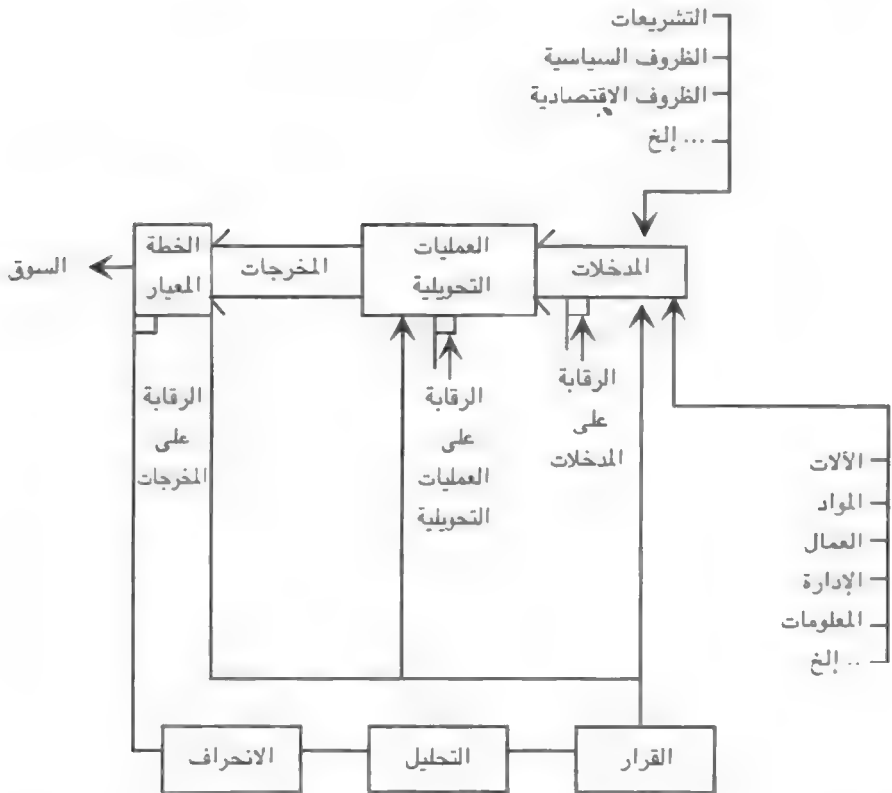
### رابعاً : مدخل النظم (Systems Approach) :

إن البدايات الأولى لنظرية النظم لم تكن في ميدان الإدارة ، وإنما في ميدان العلوم الطبيعية والبيولوجية على أيدي (بيرتا لانفى L.Von.Bertalanff) و(كينيث بولدنك K.Boulding) ، وفي الستينيات بدأت الأفكار الأولى لتطوير الرؤية النظامية لشركات الأعمال .

وفي مجالنا فإن مدخل النظم يركز على النظام الإنتاجي ، وإن (ريتشارد تيرسن R.J.Tersine) يعتبر مؤلفاً على أساس مدخل النظم ، محدداً خمسة مجالات لإدارة

العمليات وهى : قرارات السياسة ، قرارات المنتج ، قرارات التشغيل ، قرارات المصنع ، وقرارات العمليات . وهذا المدخل يفترض أن الإنتاج نظام يقوم بتحويل المدخلات عبر العمليات التحويلية إلى مخرجات ، ولازال هذا المدخل يتطور ومن مزاياه : تطوير الرؤية الكلية للنظام الإنتاجى ، العلاقات المتبادلة بين النظم الفرعية المكونة للنظام الإنتاجى ، العلاقة المفتوحة مع البيئة ، والمساهمة فى تقوية الاتجاه نحو التكامل . والشكل رقم (٤-١) يوضح الرؤية النظامية للنظام الإنتاجى .

الشكل رقم (٤-١) : الرؤية النظامية للنظام الإنتاجى



## خامساً : مدخل دورة الحياة (Life Cycle Approach) :

لقد قدم (جاس وأكويلانو Chase and Aquilano) فى كتابهما " إدارة الإنتاج والعمليات " مدخلاً منطقياً يقوم على دورة حياة نظام الإنتاج ومتابعة تقدم نظام الإنتاج من بدايته (ولادة النظام) وحتى نهايته (أى تصفية النظام) ؛ فالنظام يولد كفكرة ليمر عبر مراحل النمو والتغير المستمر للإيفاء بالمتطلبات الجديدة ، وعند عدم القدرة على الاستجابة ينتهى النظام .

ولقد حدد المؤلفان مجالات القرار الرئيسية فى مختلف مراحل النظام (دورة حياته) ؛ حيث فى كل مرحلة هناك أسئلة يجب الإجابة عليها ، وهذه المراحل هى :

١ - ولادة النظام : فى هذه المرحلة تطرح الأسئلة : ما هى أهداف الشركة ؟ ما هو المنتج الذى سيقدم ؟

٢ - تصميم المنتج : ما هو شكل ومظهر المنتج ؟ كيف يتم صنعه تكنولوجياً ؟

٣ - تصميم النظام : أين يجب أن يكون موقع التسهيل ؟ ما هو التنظيم الداخلى الأفضل لاستخدامه ؟ كيف تتم المحافظة على الجودة المرغوبة ؟ كيف يحدد الطلب على المنتج أو الخدمة ؟

٤ - إدارة النظام : ما هو عمل كل عامل لينجزه ؟ كيف ينجز العمل ويقاس ؟ كيف يتم تعويض العاملين ؟

٥ - بدء النظام : كيف يصل النظام إلى التشغيل ؟ كم يتطلب من الوقت للوصول إلى المعدل المرغوب من المخرجات ؟

٦ - النظام فى حالة الاستقرار : كيف يدار النظام ؟ كيف يتم تحسين النظام ؟ كيفية التعامل مع المشكلات اليومية ؟

٧ - تعديل وتنقيح النظام : كيف يتم تعديل النظام فى ضوء التغيرات الداخلية ؟

٨ - انتهاء النظام : كيف يموت (يصفى) النظام ؟ كيف يمكن إنقاذ الموارد ؟



**سادساً : مدخل إستراتيجية العمليات (Operations Strategy Approach) :**

لقد تطور هذا المدخل المهم والأكثر استجابة للتغيرات المعاصرة فى السوق والبيئة الصناعية القائمة على المنافسة ، مع الدراسات المهمة التى نشرها (سكنر W.Skinner) عام ١٩٦٩م التصنيع : الحلقة المفقودة فى الإستراتيجية الكلية - وعام ١٩٧٤م - المصنع البورى - وكذلك دراسات (هيز وولرايت Hayes and Wheelwright) و(بورتر M.E.Porter) وغيرهم .

لقد كانت وظيفة العمليات فى السابق تعامل ضمن الإدارة التشغيلية ، وتتبع إستراتيجية التسويق أو الإستراتيجية المالية دون إعطائها الاستقلالية والصيغة على مستوى الإستراتيجية الوظيفية : لهذا فإن (سكنر) كان يرى أننا نتحرك نحو عصر التكنولوجيا المتقدمة وحياة المنتج الأقصر : مما يستلزم إعادة النظر فى مفاهيمنا حول الإنتاج والعمليات ، وهذا يتطلب تجاوز بعض المعايير كالإنتاجية واقتصاديات الحجم والوصول إلى إستراتيجية التصنيع (العمليات) . وهذه الإستراتيجية سنناقشها فى الفقرة التالية .

**١-٤ - إستراتيجية العمليات :**

إن الإستراتيجية (Strategy) مفهوم قديم : حيث يؤرخ استخدامها فى سنة (٤٠٠) قبل الميلاد ، وهى مشتقة من الكلمة اللاتينية (Strategos) ، وقد استخدمت لأول مرة فى المجال العسكرى لتعنى مجمل العمليات العسكرية لتحقيق الأهداف العليا (النصر أو هزيمة العدو فى الحرب) تمييزاً عن التكتيك (كسب المعركة أو الاشتباك) . والمستوى الأول من مسؤولية القيادة العليا والثانى من مسؤولية القيادة الميدانية (الدنيا) ، وعليه فإن الإستراتيجية هى فن العام تمييزاً عن الخاص والجزئية والتفصيلى فى الإدارة التشغيلية ، ولأن العام والشامل أكثر ثباتاً واستقراراً ؛ فإن الإستراتيجية هى فن العام فى المدى الطويل ؛ لتظل الإدارة التشغيلية هى إدارة الجزئى التفصيلى والأدنى الأكثر تغيراً فى المدى القصير .

قبل عدة عقود من الزمن لم تكن وظيفة العمليات تحظى بالاهتمام على المستوى الإستراتيجي : حيث كانت تعالج ضمن المستوى التشغيلي وفي إطار الخطط التشغيلية : وذلك لأن العمليات تخضع للتغيرات اليومية من حيث : المواد والقوى العاملة والمخزون والجدولة وغيرها . وهذه العوامل أو المتغيرات المتأرجحة (Swing Factors) كما يسميها المديرون الأمريكيون ، عند رفعها إلى المستوى الإستراتيجي ستفقد الإدارة المرونة والقدرة على الاستجابة للتذبذبات قصيرة الأمد في السوق . كما أن الاهتمام الكبير في الشركات كان ينصب على وظيفتي التسويق والمالية ، وأكثر الأحيان على حساب وظيفة العمليات التي لم يكن ينظر إليها كمشارك متساوٍ وفَعَالٍ لإستراتيجية التسويق والإستراتيجية المالية (كإستراتيجيات وظيفية) في خلق الميزة التنافسية : لهذا كان أفضل دور تقوم به وظيفة العمليات وفق النظرة التقليدية هو الدور التنفيذي المساعد لتحقيق الإستراتيجية التسويقية .

وإزاء هذه المفاهيم التقليدية كانت المساهمة الكبيرة لرواد إستراتيجية العمليات (سكنر W.Skinner ، ولرايت S.C.Wheelwright) ، (هيز R.H.Hayes) ، (بورتر M.E.Porter) ، و(هاس E.A.Haas) ، وغيرهم في تسليط الضوء على إستراتيجية العمليات . إضافة إلى دور التجربة اليابانية في توجيه الاهتمام نحو إستراتيجية العمليات بعد أن استطاعت أن تحقق الاستخدام الأكثر كفاءة لهذه الإستراتيجية في إنشاء واستمرار الميزة التنافسية في الأسواق العالمية (انظر الملحق ١- لهذا الفصل) .

واعتماداً على التطور الذي ساهم في تحقيقه رواد إستراتيجية العمليات من جهة وبروز الدور الكبير لهذه الإستراتيجية في النجاح المتميز للتجربة اليابانية من جهة أخرى : فإن الأدبيات الحديثة لإدارة العمليات أصبحت تغطي في محتوياتها موضوع إستراتيجية العمليات " وقد عرفها (شرويد R.G.Schroeder) بأنها رؤية لوظيفة العمليات تحدد الاتجاه الكلي وقوة الدفع الأساسية لصانع القرار ، وهذه الرؤية يجب أن تتكامل مع إستراتيجية الأعمال : لتنتج نمطاً متسقاً في صنع القرار في العمليات والميزة التنافسية للشركة . أما (ولرايت S.C.Wheelwright) فقد عرّف إستراتيجية

العمليات (التصنيع) بأنها " الوسائل التي من خلالها تستخدم قدرات وظيفة العمليات لتطوير وتدعيم الميزة التنافسية المرغوبة لوحدة الأعمال وتكاملها مع جهود الوظائف الأخرى " ، وفي ضوء ما تقدم فإن دراسة إستراتيجية العمليات لابد أن تنصب على الجوانب الأساسية الآتية :

أولاً : الأهمية المتزايدة التي تعطى لإستراتيجية العمليات كشريك متساوٍ وفَعَالٍ للإستراتيجيات الوظيفية الأخرى في إطار إستراتيجية وحدة الأعمال . فمن المعروف أن التمييز بين مستويات الإستراتيجية أصبح مهماً لأغراض التحليل وتقسيم العمل ، حيث تصنف الإستراتيجيات وفق هذه المستويات إلى :

أ - الإستراتيجية الكلية : تتعلق بالفلسفة والسياسة العامة على مستوى الشركة ، كما تتعلق بمجال الاستثمار ونوع الأعمال والأسواق .. إلخ .

ب - إستراتيجية الأعمال : تمثل المستوى الأدنى اللاحق للإستراتيجية الكلية الذي تركز عليه الشركة في تحقيق هذه الأعمال : لضمان الميزة التنافسية داخل مجال نشاطها من خلال التنسيق والتكامل بين الإستراتيجيات الوظيفية .

ج - الإستراتيجية الوظيفية : المستوى الأدنى اللاحق الذي يتصل بوظائف الشركة الرئيسية : التسويق ، المالية ، الموارد البشرية ، البحث والتطوير ، والعمليات ، وعند هذا المستوى يظهر الثقل الأساسي والقوة الدافعة لإستراتيجية الأعمال وأبعاد الميزة التنافسية التي تركز عليها .

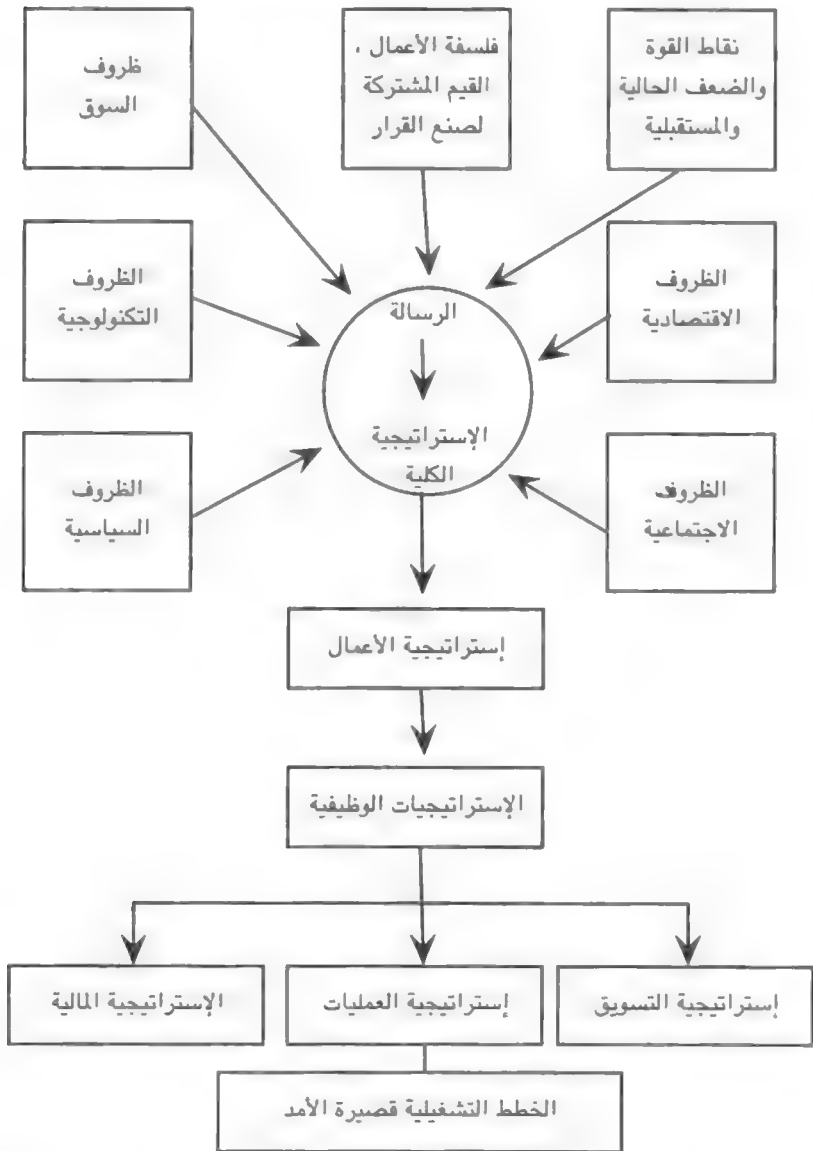
والشكل رقم (١-٥) يوضح هذا الجانب في إستراتيجية العمليات التي تظهر كإستراتيجية وظيفية .

ثانياً : التأكيد على النظرة العملية إلى إستراتيجية العمليات القائمة على التمييز بين القرارات الإستراتيجية والقرارات التشغيلية : حيث إن القرارات الإستراتيجية هي القرارات التي لها تأثير طويل الأمد على الاتجاه العام والخصائص الأساسية للشركة وتجسد رسالتها ، وهي تتعلق بتصميم نظام العمليات (أو الإنتاج) ، وهذه تغطي ستة مجالات من وجهة نظر (بوفا E.S.Buffa) ، هي : اختيار وتصميم المنتج ، اختيار

المعدات ، تصميم إنتاج الوحدات ، تصميم العمل ، الموقع ، والتنظيم الداخلى للتسهيل .  
أما القرارات التشغيلية فهي القرارات ذات التأثير قصير الأمد ، وتتعلق بالمشكلات اليومية الخاصة بتشغيل نظام العمليات (الإنتاج) وتشمل المجالات الآتية : الرقابة على الإنتاج والمخزون ، صيانة النظام ومعدليته (فهم الطبيعة العشوائية للعطلات) ، الرقابة على الجودة ، الرقابة على العمل ، الرقابة على الكلفة والتحسينات .

رغم أهمية هذا التمييز بين القرارات الإستراتيجية التشغيلية إلا أن الفصل بينهما لم يعد يحظى بالاهتمام والتأييد . وفى هذا السياق تأتى مساهمة (ولرايت S.C.Wheelwright) فى نقد الرؤية التقليدية فى الشركات الأمريكية التى تقلص قرارات العمليات التى تعتبر إستراتيجية بشكل كبير بالمقارنة مع المدخل اليابانى الذى يوسع قرارات العمليات بشكل كبير : لتغطى جميع المجالات مع جعل القرارات التشغيلية تمثل التنفيذ للتكتيكات التشغيلية المساندة ، كما سنوضح ذلك بشكل أكثر تفصيلاً فى ملحق (١) لهذا الفصل .

## الشكل رقم (١-٥) : إستراتيجية العمليات كإستراتيجية وظيفية



كما أن (شرويدر R.G.Schroeder) يحدد خمسة مجالات للقرار في وظيفة العمليات ، هي : التشغيل ، السعة ، المخزون ، قوة العمل ، والجودة ؛ ليميز في كل مجال من هذه المجالات الخمسة ما يرتبط بها من قرارات التصميم (الإستراتيجية) وقرارات الاستغلال (التشغيلية) ، والجدول رقم (٦-١) يوضح ذلك . وبهذه الطريقة يحاول (شرويدر) أن يميز القرارات الإستراتيجية عن القرارات التشغيلية لا كمجالات - كما فعل بوف - وإنما كطريقة لمعالجة نفس المجالات ، وهذا ما ينسجم مع المدخل الياباني في إستراتيجية العمليات .

الجدول رقم (٦-١) : القرارات الإستراتيجية التشغيلية

المجالات	قرارات التصميم (الإستراتيجية)	قرارات الاستغلال (التشغيلية)
١ - التشغيل	- اختيار نمط التشغيل - اختيار المعدات - تحديد حجم التسهيل - تحديد موقع التسهيل - وضع مستويات قوة العمل	- تحليل تدفقات التشغيل - توفير الصيانة للمعدات - تحديد الوقت الإضافي - ترتيب التعاقد الثانوى - تحديد الجدولة
٢ - المخزون	- تحديد الحجم الكلى للمخزون - تصميم نظام السيطرة على المخزون - تقرير أين يحفظ المخزون	- متى توضع الطلبية ؟ - كم يطلب ؟
٣ - تصميم الأعمال	- تصميم الأعمال - اختيار نظام التعويض - تصميم قواعد العمل - وضع المعايير القياسية للجودة	- توفير الإشراف - وضع معايير العمل - القرار حول مقدار الفحص
٤ - الجودة	- القرار حول تنظيم الجودة	- الرقابة على الجودة للإيفاء - بالمواصفات القياسية



ثالثاً : الخصائص الجديدة لإستراتيجية العمليات بوصفها القوة الدافعة الرئيسية في إيجاد واستمرار الميزة التنافسية والدور المتعاظم للإستراتيجية التنافسية الشاملة التي كان لـ(ميشيل بورتير M.E.Porter) مساهمة مهمة في تحديدها في ثلاث إستراتيجيات هي : إستراتيجية قيادة الكلفة ، إستراتيجية التميز ، وإستراتيجية التركيز .

إن الميزة التنافسية تعنى قدرة الشركة على تحقيق التفوق في المنافسة ، وإن إستراتيجية العمليات تقوم على أن وظيفة العمليات هي التي توجد وتحقق الميزة التنافسية ، وأن التركيز على هذا التوجه رغم بداياته المبكرة فإن بدايته الحقيقية كان في الثمانينيات ؛ لأن المنافسة لم تكن قبل ذلك بعقد أو عقدين مثلما هي عليه في الثمانينيات بعد دخول لاعبين دوليين عديدين يتمتعون بمزايا ويعملون وفق رؤية إستراتيجية في مجال العمليات وكان اليابانيون في مقدمة هؤلاء . ومن أجل تحقيق الميزة التنافسية : فإن الشركة يجب أن تختار من بين أبعاد عديدة وتركز جهودها على أحد هذه الأبعاد . وهذه الأبعاد والتي يسميها (ولرايت S.C.Wheelwright) بنسبقيات الأداء هي كما تظهر في الجدول رقم (٧-١) .

الجدول رقم (٧-١) : أبعاد الميزة التنافسية

١ - الكلفة الأدنى / السعر الأدنى .	
٢ - الأداء العالي للمنتجات والخدمات (الجودة العالية) .	
- خصائص المنتج ، التفاوتات ، والنقاء .	
- خدمة الزبون .	
٣ - الاعتمادية	
- المنتج .	
- التسليم .	
- الخدمة الميدانية / التصليح .	
٤ - المرونة	
- خط المنتج الواسع .	
- المنتجات الموجهة للزبون .	
- الاستجابة السريعة / أوقات التسليم .	
٥ - الابتكار	
- المنتجات الجديدة .	
- التكنولوجيا الأحدث .	

إن السبب الرئيسي لتحديد الميزة التنافسية فى الشركة يعود إلى أن أبعاد الأداء أو أبعاد الميزة التنافسية المذكورة فى الجدول رقم (٧-١) - لا يمكن تحقيق التفوق فيها كلها مرة واحدة ، وبالتالي يجب القيام بالمبادلات بين ميزة أداء واحدة (مثل الكلفة) وأخرى (مثل المرونة) . ولابد من ملاحظة أن الاتجاهات الحديثة تتجه إلى أن نجاح الأعمال (وضمنها وظيفة العمليات) يكون بربط الميزة التنافسية بالسوق ، أى لا تكون الميزة التنافسية فقط ميزة فى التفوق على المنافس ، وإنما أيضاً تفوق ذو قيمة واضحة للزبون وتفوق فى تقديم خدمة أفضل له . ويتزايد التأكيد على أن التفوق فى كل أبعاد الأداء نادر إن لم تكن غير ممكن التحقيق ، وبالتالي فمن غير الممكن تقديم منتجات عالية الجودة (ميزة الجودة) وبكلفة أدنى وسعر أدنى ، ويمكن توضيح ذلك بالقول : إن الجودة العالية تعنى مثلاً خدمة أفضل للزبون حسب حاجاته ، ولتحقيق ذلك فلا بد من إدخال تعديلات مستمرة على المنتج والإنتاج بكميات صغيرة ، وعند القيام بذلك فإن هذا سيفقد الشركة فرصة الاستفادة من اقتصاديات الحجم لتحقيق ميزة الكلفة الأدنى ، وهذا ما ينطبق على الأبعاد الأخرى : مما يتطلب القيام بالاختيار والمبادلة (Tradeoff) لأحد هذه الأبعاد وتركيز جهود الشركة لتحقيق التفوق والميزة التنافسية بالاعتماد عليه . ولكن ما هى خصائص الميزة التنافسية ، وكيف يمكن أن تعمل على الصعيد الإستراتيجى ؟ وللإجابة يمكن أن نشير إلى أن الميزة التنافسية لها خصائص أساسية يمكن أن تستخدم من قبل الشركة لتقييم ميزتها التنافسية ، وهذه الخصائص هى :

- ١ - أن الميزة التنافسية من الناحية الخارجية تشتق من رغبات وحاجات الزبون .
- ٢ - أنها تقدم المساهمة الأهم فى نجاح الأعمال .
- ٣ - أنها تقدم الملاءمة الفريدة بين موارد الشركة والفرص فى البيئة .
- ٤ - أنها طويلة الأمد وصعبة التقليد من المنافسين .
- ٥ - أنها تقدم قاعدة للتحسينات اللاحقة .
- ٦ - أنها تقدم التوجيه والتحفيز لكل الشركة .

إن تزايد المنافسة وعدد المنافسين الدوليين قد أكسب إستراتيجية العمليات أهمية متزايدة تجلت في الاهتمام بخصائص جديدة ، لابد من مراعاتها في هذا المجال ، وهذه الخصائص هي :

### أولاً : إدارة الجودة الشاملة (Total Quality Management) : لقد ظلت

الجودة لفترة طويلة بعيدة عن الاهتمام ، في حين كانت الكلفة هي مركز الاهتمام ، وهي البعد الأكثر تمثيلاً للكفاءة في مرحلة يمكن تسميتها بمرحلة الكم : حيث كانت السلع مطلوبة بأية شروط في ظل ما يسمى بالمدخل الإنتاجي الذي يركز على النظام الإنتاجي ومتطلباته أكثر من الاهتمام بالزبون وحاجاته . وفي هذه المرحلة كانت السوق توسم بأنها سوق المنتج . إلا أن الجودة أخذت تحظى بالاهتمام شيئاً فشيئاً لتصبح في عقد السبعينيات أحد الاهتمامات الأساسية تحت تأثير التجربة اليابانية ، ولتكون في عقدي الثمانينيات والتسعينيات تمثل قلب الاهتمامات : فقد تزايد التأكيد على ما سُمي في الولايات المتحدة بثورة الجودة (Quality Revolution) مع بدء قناة التلفزيون (NBC) في عام ١٩٨٠م في عرض برنامجها الذي حمل عنوان : (If Japan can .. Why we can't) الذي أبرز رسالة خبير الجودة الأمريكي (ديمنج W.E.Deming) الذي ساهم في نقل مفاهيم وأساليب الجودة إلى اليابانيين بعد الحرب العالمية الثانية : لتصبح الجودة منذئذ هاجس الإدارة العليا والعنوان البارز لسياسات الشركات المتنافسة . إضافة إلى وضع مسألة الجودة على المستوى الوطني . وفي هذا السياق نشير إلى أن الحكومة الأمريكية وضعت عام ١٩٨٧م جائزة للجودة ، هي " جائزة مالكولم بالدريج الوطنية للجودة " التي تمنح للشركات التي تحقق أفضل الإنجازات في الجودة : مما يؤكد الجهود الوطنية في تطوير الجودة . وقبل ذلك وضعت اليابان جائزة ديمنج (Deming's Award) التي تمنح للإنجازات المهمة في هذا المجال ، واليوم فإن الجودة تمثل الأسبقية الأولى في الشركات الحديثة . ولقد تجسّد الاهتمام الكبير بالجودة من قبل الشركات في الاتجاه المتنامي في تبني الشركات لإدارة الجودة الشاملة (TQM) .

ولكي نفهم إدارة الجودة الشاملة نشير إلى أن (فيجنباوم A. Feigenbaum) في عام ١٩٥١م حيث أصدر كتابه (رقابة الجودة الشاملة) (TQC) ، والذي كان يحمل

إشارات واضحة عن الحاجة إلى المشاركة الشاملة في الرقابة على الجودة كمدخل تفصيلي متكامل لجميع المراحل التي تؤثر على الجودة ، دون حصر ذلك في قسم واحد هو قسم الرقابة على الجودة . ومع ذلك ظلت الشركات بعيدة عن الاهتمام الشامل بالجودة ، حتى ظهور الاهتمام المتزايد بالزبون : ليتم الانتقال بشكل كبير نحو المدخل التسويقي ، ومن ثم إلى ما يسمى بمدخل الزبون . وكان تأثير التجربة اليابانية واضحاً في ذلك . وفي هذا يقول (جوزف جوران J. M. Juran) عندما اكتشف الأمريكيون الجودة اليابانية أخذوا يسافرون إلى اليابان ، ووجدوا أن اليابانيين تبنا مفاهيم الجودة الجديدة التي تركز على الزبون بدلاً من مطابقة المواصفات . ومع هذه التطورات أخذت تبرز الجودة كبعد إستراتيجي من أبعاد الميزة التنافسية ، ولتتطور اتجاه شمولي نحو إدارة الجودة الشاملة . ويمكن تعريف إدارة الجودة الشاملة (TQM) بأنها مدخل للإدارة المتكاملة : من أجل التحسين المستمر والطويل الأمد للجودة في جميع المراحل والمستويات والوظائف في الشركة بما يحقق رضا الزبون . ولاستكمال هذا التعريف : نشير إلى العناصر الأساسية لإدارة الجودة الشاملة وهي كالآتي :

١- الرؤية الإستراتيجية للجودة : حيث إن الجودة لم تعد بعداً من أبعاد عملية الإنتاج في المستويات الدنيا ، وإنما هي بعد من أبعاد التفكير الإستراتيجي الذي يساهم في إيجاد الميزة التنافسية طويلة الأمد .

٢- مشاركة الجميع في إدارة الجودة الشاملة : فالجودة مسؤولية الجميع وليس مسؤولية البعض فقط ، حتى لو كان هذا البعض هو قسم الرقابة على الجودة . وهذا يعني أن إدارة الجودة الشاملة لابد أن تساهم في إعداد وتطوير جميع العاملين : من أجل قيامهم بمسؤولياتهم حيال الجودة .

٣- قياس الجودة يرتبط بالشروط الفعلية للسوق والحاجات المحددة للزبون : فمواصفات المنتج مهما كانت عالية لا تعنى شيئاً ما لم تكن عالية كفاءة بالمقارنة مع المنافسين ، وفعالة في ضوء الحاجات الحقيقية للزبائن . وهذا ما يجعل المعلومات عنصراً أساسياً في تحقيق الجودة . ولعل هذا ما يفسر أن جائزة (مالكولم بالدريج Malcolm Baldrige) الأمريكية للجودة وضعت المعلومات والتحليل واحداً من المعايير السبعة في تقييم الجودة في الشركات الأمريكية المتنافسة على

الجائزة . كما أن (هورلى و لايتانماكي Hurley and Laitanmaki) أكدوا أن معايير جائزة مالكوم بالدريج تهتم بمقدار (٦١ ٪) بقدرة الشركة على جمع وتحليل المعلومات عن الزبون والعاملين والعمليات .

٤- مدخل الزبون : إن الزبون أصبح مركز الاهتمام الذى تتمحور حوله الأبعاد والوظائف المختلفة ؛ فهو بحق الذى يدفع النفقات وينشئ الربح فى الشركة عند رضاه ، وهو الذى يعرض الشركة للخسارة عند عدم رضاه فى أغلب الأحيان ؛ فالتصميم القائم على الزبون ، والإنتاج الموجه نحو حاجات الزبون الحالية والمستقبلية ، والاستجابة القائمة على الزبون فى السرعة والتوقيت والمكان والخدمة المقترنة بذلك ، وغيرها الكثير - تمثل مفاهيم تتردد بشكل متزايد عند الحديث عن إدارة الجودة الشاملة .

٥- التحسين المستمر : إن إدارة الجودة الشاملة لا تضع حدوداً للتحسين المستمر للجودة ، وإنما الجودة هى الشيء الوحيد الذى مهما تمت زيادته فيطلب منه المزيد من قبل الشركة والزبون .

**ثانياً : العولمة (Globalization) :** تشير إلى النطاق الدولى للأعمال ؛ حيث أصبح العالم كله موقعاً محتملاً للشركات القائمة أو الجديدة وفروعها . ويمكن أن نلاحظ هذه السمة فى أن سيارات (Mazda Miata) تُصمم فى كاليفورنيا ، وتُموّل فى طوكيو ونيويورك ، وتُختبر فى بريطانيا ، وتُجمّع فى ميشيفان والمكسيك ، وتستخدم أجزاء مصممة فى نيوجرسى وتنتج فى اليابان . هذا هو نمط الأعمال فى عقد التسعينيات ؛ حيث العولمة تعنى مبيعات أكثر واستيرادات أكثر من دول أخرى ؛ لهذا تدعى أيضاً مبيعات واستيرادات الخارج . وفى هذا السياق يقول (روبرت ميرسير R.E.Mercer) رئيس شركة إطارات ومطاط كودير : لكى تتنافس بكفاءة فى الصناعة اليوم يجب أن تكون لاعباً عالمياً .

هناك ثلاثة عوامل أساسية أدت إلى العولمة حدها (كراجيوسكى وريتزمان Krajewski and Ritzman) وهذه العوامل هى :

أ - أن الأسواق المالية فى العالم أصبحت أكثر انفتاحاً فى عقد الثمانينيات ؛ مما جعل من السهل انتقال رأس المال الأرخص عبر الحدود الوطنية .

ب- تحسين النقل وتكنولوجيا الاتصالات : حيث أدى ذلك إلى تخطي الحواجز في الزمان والمكان بين الدول . والواقع أن عولمة المعلومات أصبحت سمة أساسية لأنشطة الشركات الكبرى ، فمثلاً شركة إكسبريس الأمريكية تمنح ( ٢٥٠ ) ألف ترخيص لصفقات انتمائية يومياً حول العالم ، أى بمعدل صفقة واحدة كل خمس ثوانٍ ، والسيطرة على ذلك لم تكن ممكنة بدون تكنولوجيا الاتصالات التي حولت العالم إلى قرية صغيرة .

ج- اختراق الاستيراد في الاقتصاديات الرئيسية : رغم أن إجراءات الحماية أخذت في التناقص والضعف ، وهذا ما يظهر في تزايد استيراد السلع والخدمات : فإن الاختراق يكون أسهل إذا كانت الشركات تباع منتجاتها حيثما تنتجها . وهذا ما نجده في مجال الخدمات ، فشركة ماكдонаلد ( McDonald ) الأمريكية قامت بفتح ( ٢٢٠ ) مطعمًا في الخارج في سنة واحدة .

ومما يرتبط بالعولمة ما يدعى بالتصنيع عالمي المستوى ، والذي يشير إلى أن المنافسة أصبحت عالمية ، وأن السوق عالمية والميزة التنافسية يجب أن تكون ذات سمة عالمية لكي تكون كذلك . وبالتالي فإن التصنيع عالمي المستوى يشير إلى سمة تلك الشركات التي تحقق درجة عالية من التفوق في المنتجات ، العمليات ، وأنظمة دعم الأعمال . وبلغة إستراتيجية العمليات فإن التصنيع عالمي المستوى يتميز بالآتي :

- التركيز على التفاعل ومدخل الفريق لتطوير المنتج الجديد .
- إستراتيجية السعة تلائم وتقود الطلب الذي يشتق من قدرات الشركة .
- التسهيلات ( المصانع ) البؤرية مع تطوير التصميم لملاسة البيانات المختلفة .
- تكنولوجيات التشغيل التي تزيد قدرة التصنيع والتطوير داخلياً .
- التركيز على تطوير كفاءة الموارد البشرية بهدف حل المشكلات .
- القرارات التشغيلية المترابطة والموجهة نحو تقليص عدم التأكد .

- تكامل الموردین الذين لديهم قدرات حرجة لدعم أهداف الشركة و تحمل المسؤولية كاملة كشركاء .

- التركيز على الجودة من خلال الوقاية من التلف والتحسين المستمر .

### ثالثاً : المنافسة القائمة على الوقت (Time- Based Competition) : حيث إن

المرونة والاستجابة السريعة للتغيرات فى السوق ولحاجات ورغبات الزبون توفران فرصة أكبر لكسب الزبون وخسارة المنافسين له ؛ فقد أصبحت الاستجابة هى عامل النجاح الأساسى لزيادة الحصة فى السوق . إن سرعة الاستجابة فى الإنتاج (أو فى تقديم الخدمة المطلوبة) وسرعة التسويق ليس فقط لزيادة المبيعات ، بل وأيضاً لزيادة الأرباح من خلال الكلفة الأدنى والجودة الأعلى - تمثل مزايا أساسية فى التركيز على الوقت . وأن مثل هذا التركيز يطرح مجموعة أسئلة يمكن الاسترشاد بأجوبتها لتقييم منافسة الشركة وهى :

- هل نحن نطور منتجاتنا أسرع من منافسينا ؟
- هل نحن نطلب المواد ويتم توريدنا بالسرعة الكافية ؟
- كم من الوقت ينفق على منتوجنا فى المصنع ؟
- هل نحصل على طلبيات الزبون أسرع من منافسينا ؟
- هل نستجيب للتغيرات فى حاجات الزبون بسرعة كافية ؟
- هل نستجيب لشكاوى الزبون بسرعة كافية ؟

### رابعاً : المنافسة القائمة على الخدمة (Service-Driven Competition) : إن

المدخل الجديد الذى تطور بشكل قوى فى السنوات الأخيرة يتمثل فى التركيز على قوة الخدمات ذات العلاقة بمنتجات الشركة ، فحتى وقت قريب كان أغلب القيمة المضافة للمنتوج تأتى من عمليات الإنتاج التى تحول المادة الأولية إلى أشكال مفيدة من المنتجات النهائية (الحديد إلى سيارات والقمح إلى طحين) ، أما الآن فإن القيمة المضافة تأتى بشكل متزايد من التحسينات التكنولوجية ، خصائص الأسلوب ، صورة المنتج ، والخصائص الأخرى التى توجد بها الخدمة فقط ؛ لهذا فإن

الشركات التى تفهم وتركز على هذا المدخل الجديد مثل شركة هوندا - تبني إستراتيجيتها ليس على المنتجات ، وإنما على المعرفة العميقة لمهارات الخدمة الجوهرية المطورة باستمرار . وفى إطار هذا المدخل الجديد وكما يقول (كوين وزملاؤه J.B.Quinn et al) فى دراسة نشرها فى مجلة هارفرد للأعمال بعنوان " ما بعد المنتجات : الإستراتيجية القائمة على الخدمات " فإن الشركة عندما تنتج داخلياً فمن الممكن أن يوجد آخرون ينتجون بكفاءة وفعالية أكبر ، وبالتالي فإنها تُضحيّ بالميزة التنافسية ، وعلى العكس فإن مفتاح النجاح الإستراتيجي للعديد من الشركات هو تطوير الائتلاف بعناية مع مورد أو أكثر فى العالم ، ومهندسى المنتج ، وكالات الإعلان ، الموزعين ، بيوت الأموال ، ومقدمى خدمات أخرى ، أى منتجات مع شبكة قوية من الخدمات تضمن كفاءة وفعالية أكبر فى المنافسة .

**خامساً : إعادة الهندسة :** إن إعادة الهندسة رؤية طرحت فى أواخر الثمانينيات من أجل إعادة التفكير فى عمليات الأعمال . ومع أن بدايات هذه الرؤية كانت مبكرة فى الاهتمامات الأولى بإعادة التصميم ، إلا أن الفارق المهم هو أن إعادة التصميم كانت تتم على مستوى أدنى من إدارة العمليات ، فى حين أن التطوير اللاحق الذى تمثل فى إعادة الهندسة كما طرحها (همر وتشامبي Hammer and Champy) فى كتابهما (إعادة هندسة الشركة) عام ١٩٩٢م - وسّع كثيراً من هذا المفهوم ؛ حيث أصبح التركيز فى هذا الطرح الجديد ينصب على عمليات الأعمال . ويمكن تعريف إعادة الهندسة حسب (همر و تشامبي) على أنها إعادة تفكير عميق ، وإعادة تصميم جذرى لعمليات الأعمال لتحقيق تحسين كبير وواسع فى معايير الأداء المهمة إستراتيجياً مثل : الكلفة ، الجودة ، الخدمة ، والسرعة . ومع أن إعادة الهندسة يمكن أن تجذب الانتباه من التسمية إلى الجانب الهندسى إلا أن ما يطرحه هذا المفهوم يتجاوز المجال الهندسى إلى مجال الأعمال لتغطي عمليات الأعمال كلها فى الشركات .

يشير (H. L. Cypress) فى دراسته حول (إعادة الهندسة) إلى أن هناك جيلين لإعادة الهندسة : الجيل الأول (من ١٩٨٨م إلى ١٩٩٣م) تركّز هدفه على تحسين الأداء الكمي للشركة والتغير التنظيمي ، والاستفادة من مزايا تكنولوجيا المعلومات ، والجيل



الثانى لإعادة الهندسة تطور بعد ذلك : حيث توسع نطاق إعادة الهندسة : ليعطى عمليات الأعمال فى نطاقها الواسع . والواقع أن هذا التطور قد ارتبط بالميل المتزايد نحو ربط إعادة الهندسة بالابتكار من حيث إنها التوصل الفعّال إلى تكنولوجيا حديثة لتحقيق أهداف جديدة فى عمليات الأعمال . ولقد عزت إحدى الدراسات فشل بعض مشروعات إعادة الهندسة إلى أنها نظرت إلى التكنولوجيا الجديدة فى إطار العمليات الموجودة وليس فى إطار العمليات الجديدة ، وفى عمل الأشياء المألوفة ، وليس عمل الأشياء الجديدة و المختلفة .

ومن تحليل ومراجعة الدراسات الكثيرة التى تناولت إعادة الهندسة فى السنوات الأخيرة يمكن تحديد خصائص أساسية لإعادة الهندسة كالاتى :

١- إن إعادة الهندسة تركز على عمليات الأعمال وليس على العمليات الوظيفية ، وبالتالي فإن هذا المفهوم يهتم بالمدخل متعدد المجالات ومتداخل الوظائف ، وليس بالمدخل أحادى المجال ووحيد الوظيفة : هذا ما يجعل إعادة الهندسة تتطلب بل وتشترط التزاماً عالياً من الإدارة العليا فى الشركة ببرامجها .

٢- إن إعادة الهندسة تعتمد الاختراق (الوثبات الكبيرة) فى مقابل التحسين التدريجى فى شكل إضافات جزئية : لهذا فإن التحسين من خلال إعادة الهندسة يجب أن يكون جذرياً مثل خفض الكلفة بنسبة ( ٥٠ ٪ ) ، وليس بصيغة التحسين التدريجى بنسبة ( ٣ ٪ ) أو ( ٥ ٪ ) .

٣- إن إعادة الهندسة هى إعادة التفكير العميق بالحالة القائمة بالاعتماد على مدخل سجل أو جدول الأعمال . وهذا المدخل يبدأ من حاجات الزبون لضمان التوجه الزبونى ، ومن أهداف الشركة (الربح المستهدف) بالعملية الضرورية : لإشباع تلك الحاجات ، ويتم ذلك دون التقييد بالتفكير والطرق الحالية التى تمثل الوضع القائم .

٤- إن إعادة الهندسة تتطلب استخدام أسلوب فريق العمل الذى يكون متعدد ومتداخل الاختصاصات ، مع إعطاء الصلاحيات الكافية لتحويلها إلى فرق مدارة ذاتياً : حيث إن مثل هذه الفرق تضمن مشاركة جميع الأقسام من جهة ، وتسمح بمشاركة أوسع تكون ضرورية للحد من مقاومة التغيير من جهة أخرى .

٥- إن إعادة الهندسة تتطلب مشاركة متوافقة للموارد البشرية (HR) وتكنولوجيا المعلومات (IT) ، فإذا كانت برامج إعادة الهندسة تهتم بالتكنولوجيا الجديدة لإعادة ابتكار عمليات وأشياء جديدة ؛ فإن هذا يجب أن يتوافق مع الاستفادة الأكبر من الموارد البشرية في هذه التكنولوجيا .

لقد أشار (كيلي T. J. Keily) في مجلة هارفرد للأعمال عام (١٩٩٥م) إلى إحدى الدراسات التي شملت (٥٠) مستشاراً يعملون في (٣٠) شركة أمريكية ، والذين طُلب منهم تحديد أسباب نجاح وفشل برامج إعادة الهندسة ؛ فظهر من إجاباتهم أن أسباب النجاح هي : التوقعات الواقعية ، التزام الإدارة العليا ، تقاسم الرؤية المشتركة ، ومشاركة العاملين . في حين كانت أسباب الفشل أكبر من أسباب النجاح وهي : قيام الشركة باختيار المدير غير الملائم لبرنامج إعادة الهندسة ، قيام المديرين بتفويض صلاحياتهم للمستشارين وفق اتجاه «قم بها من أجلي» ، تركيز جهود إعادة الهندسة على خفض التكلفة أو على التكنولوجيا محدودة الأثر ، عدم استعانة المديرين بالمختصين بتكنولوجيا المعلومات وخاصة في المراحل المبكرة ، وأخيراً نقص التفاؤل في الشركة ، حيث أجواء الأزمة توجد الخوف والخوف يطرد التفاؤل .

من المفيد الإشارة إلى أن إحدى الدراسات الشاملة لبرامج إعادة الهندسة التي درست أكثر من (١٠٠) شركة ، وغطت بعمق (٢٠) مشروعاً لإعادة الهندسة في المجالات الصناعية والزراعية والتجارية والخدمية ، كشفت أن هذه البرامج بدلاً من أن تحقق نجاحاً عظيماً حققت إخفاقاً عظيماً ، وأنه رغم التحسينات التي حققتها في خفض الكلفة ووقت العملية وتحسين الجودة ؛ فإن كلفة وحدة الأعمال كانت تزداد والأرباح تتناقص ؛ ليظل الاستنتاج المهم هو أن مجال إدارة العمليات لا زال يحفل بالمساهمات الكبيرة ؛ من أجل تحسين فاعليتها في تحقيق الأهداف وكفاتها في استخدام الموارد .

## ١-٥ - خصائص المنتج والخدمة :

إن مخرجات أية شركة تتكون من منتجات (سلع) وخدمات ، ويمكن تعريف المنتج (السلعة) بأنه ذلك الشيء المادى الملموس الذى يمكن أن يستخدم لإشباع حاجة ما . كما يمكن تعريف الخدمة بأنها العمل المنجز بطريقة ما لإشباع حاجة ما حيث الخدمة

يمكن أن تكون مقدمة للزبون مباشرة مثل الحلاقة أو للشركات مثل تأجير حاسبة أو ل كليهما مثل خدمات الطاقة . ولابد من أن نشير إلى أن تعريف الخدمة لا زال يواجه جدلاً : بسبب التنوع الكبير فى الخدمات ، وإذا كان التعريف السابق يمثل تعريفاً واسعاً شاملاً ، إلا أنه مما يلاحظ عليه أنه قد أهمل الإشارة مثلاً إلى السمة الأساسية للخدمة وهى عدم القابلية على لمس الخدمة مقابل السمة الملموسة فى المنتج (السلعة) ، وكذلك عدم التأكيد على التزامن بين إنتاج الخدمة واستهلاكها ؛ حيث نجد أن (شرويد R.G.Schroeder) يرى أن التعريف الأفضل للخدمة هو أنها تنتج وتستهلك فى نفس الوقت ؛ فالخدمات لا توجد ولا تلاحظ ، وأن نتيجتها فقط يمكن أن تلاحظ بعد الواقعة ؛ فعندما يخلق الفرد شعره ؛ فإن الخدمة التى تقدم له تستهلك عندما تنتج ، ولكن تأثير أو نتيجة الخدمة تظهر وتبقى لبعض الوقت . والجدول رقم (٨-١) يوضح الفروق بين خصائص المنتج (السلعة) والخدمة .

الجدول رقم (٨-١) : الاختلافات بين السلعة والخدمة

خصائص الخدمة	خصائص السلعة
- الخدمة غير ملموسة .	- السلعة ملموسة .
- الملكية عموماً لا تتغير ولا تنتقل .	- ملكية السلعة تتغير أو تنتقل عند الشراء .
- لا يمكن إعادة بيعها .	- السلعة يمكن إعادة بيعها .
- الخدمة لا توجد قبل الشراء .	- السلعة يمكن وصفها قبل الشراء .
- الخدمة لا يمكن تخزينها .	- السلعة يمكن أن تخزن فى المخازن .
- الإنتاج والاستهلاك متزامنان .	- الإنتاج يسبق الاستهلاك .
- الإنتاج والاستهلاك غالباً ما يظهران فى الموقع نفسه .	- الإنتاج والاستهلاك يمكن فصلهما موقعياً .
- الخدمة لا يمكن نقلها (بل إن القائم بالخدمة يمكن نقله) .	- السلعة يمكن نقلها من مكان لآخر .
- المشتري يقوم بجزء من عملية تقديم الخدمة .	- البائع (أو المنتج) هو الذى ينتج السلعة .
- فى الكثير من حالات تقديم الخدمة الاتصال المباشر مطلوب .	- الاتصال غير المباشر ممكن بين الشركة والزبون .
- الخدمة لا يمكن أن تصدر بشكل اعتيادى ، ولكن نظام التجهيز للخدمات يمكن أن يصدر .	- السلعة يمكن أن تصدر .
- تقديم الخدمات (إنتاج الخدمة) والمبيعات لا يمكن فصلهما وظيفياً .	- الأعمال منظمة حسب الوظائف مع مبيعات وإنتاج منفصلين .

كما أشرنا فإن استخدام مصطلح إدارة العمليات يعود إلى التزايد الكبير في أهمية واتساع قطاع الخدمات : فلم يعد قطاع الصناعة هو القطاع الأساسي في الدول المتقدمة ، وإنما هو قطاع الخدمات وقد أشار «تقرير التنمية البشرية لعام ١٩٩٣م» إلى أن قطاع الخدمات كان يستحوذ على (٢٤,٥٪) من مجموع القوى العاملة في العالم في عام ١٩٦٥م ، وارتفعت إلى (٣٤,٨٪) في الفترة ١٩٨٩ - ١٩٩١م ، وفي الدول المتقدمة كانت النسبة في الفترتين على التوالي : (٤١,٤٪) و (٦٦,٧٪) ، وفي الدول العربية كانت النسب على التوالي (٢٣٪) و (٤٥,٧٪) . كما أن الدراسات الأكاديمية وأدبيات إدارة العمليات التي صدرت خلال السنوات القليلة الماضية أخذت توجه الأنظار نحو تعاظم أهمية الخدمات عموماً ، وكذلك تزايد هذه الأهمية في عملية الإنتاج (التصنيع) نفسها ، فكما يشير (كوين وزملاؤه J.B.Quinn et al) فإن (٦٥-٧٥٪) من العاملين في الصناعة يقومون بمهام خدمية في الشركات الحديثة ؛ حيث يتدرجون من الأنشطة المرتبطة بالإنتاج ، مثل : البحث والتطوير ، تأمين المواد ، الصيانة ، وتصميم المنتج والتشغيل ، إلى خدمات العاملين غيرالمباشرة كالمحاسبة ، القانون ، التمويل والأفراد ، أما على الصعيد الإجمالي ، فإن كلف الخدمات تصل إلى ثلاثة أرباع الكلف في أغلب الصناعات الأمريكية . والسؤال الذي يطرح نفسه هو : لماذا أخذ ينمو قطاع الخدمات أسرع من نمو القطاعات الأخرى ؟ والاجابة التي يقدمها (ماركين R.Markin) تتمثل في ثلاثة عوامل أساسية هي :

**أولاً : تأثير النمو :** مع النمو الاقتصادي فإننا أصبحنا أكثر غنى ، وحسب قوانين الاستهلاك فإن الزيادة في الدخل تؤدي إلى زيادة الإنفاق لنسبة منها : مما يعنى أن الزبائن يكونون قادرين على إنفاق أكبر على الخدمات إلى جانب المنتجات (السلع) . وهذا ما يتسق مع فرضية (كلارك فيشر Clark-Fisher) المعروفة التي تفترض من الناحية الاقتصادية أن المجتمعات تتحرك خلال تعاقب مراحل التطور الاقتصادي من مجتمعات المستوى الأدنى التي تعتمد على الصيد والزراعة والحراجه بشكل أساسي لتنتقل إلى مجتمعات المستوى الثانى القائمة على تصنيع المنتجات المادية القابلة للنقل ، ومن ثم الانتقال إلى مجتمعات المستوى الثالث التي يتم الاعتماد فيها على الأنشطة المهنية ، التمويل ، النقل ، التسويق ، الاتصالات ، والخدمات الحكومية والشخصية .

وهذه كلها خدمات ، ففي اقتصاد المستوى الثالث فإن إنتاج وتسويق الخدمات يصبح أكثر أهمية من إنتاج وتسويق المنتجات (السلع) .

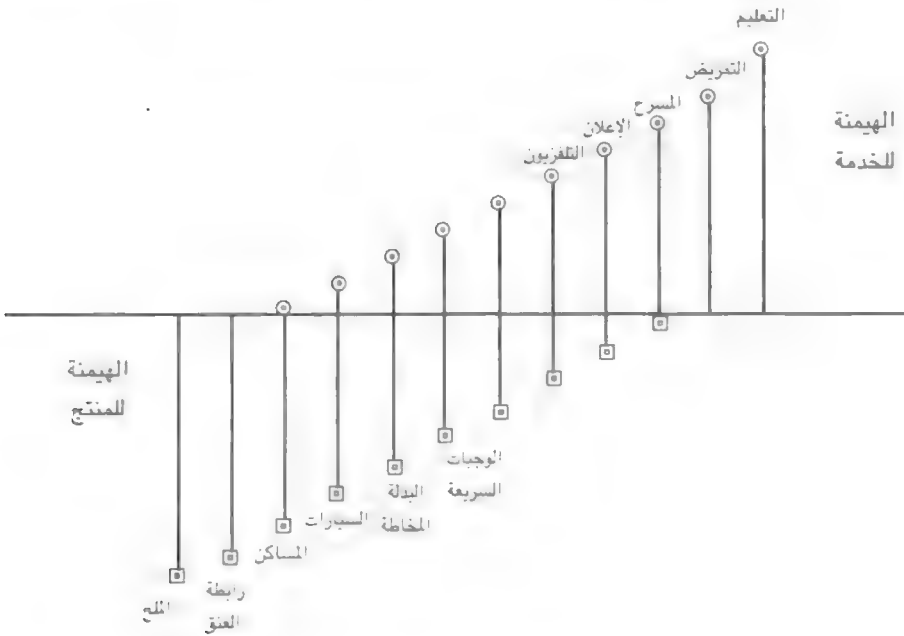
**ثانياً : تأثير التكنولوجيا :** إن التكنولوجيا بقدر ما هي مسؤولة عن إنتاج المزيد من المنتجات ، فإنها مسؤولة عن خلق وتقديم المزيد من الخدمات : فلأن الحاجة إلى المنتجات في أكثر الأحيان أسرع من الحاجة إلى الخدمات : فإن التطور في المنتجات كان أسبق من الخدمات ، وهذا ما كان بالفعل ويمكن أن نلاحظه في أن الحاجة إلى التلفزيون (المنتج) أوجدت الحاجة إلى الصيانة (الخدمة) ، وتكنولوجيا الأقمار الصناعية أوجدت الحاجة إلى الاشتراك التلفزيوني (الخدمة) .

**ثالثاً : تغير أسلوب حياة الزبون :** إن الأسرة القديمة القائمة على الاكتفاء الذاتي لم يعد لها وجود ، وإن تغير أسلوب الحياة : جعل الناس يتطلعون إلى الخدمات لتلبية احتياجاتهم بما في ذلك الاحتياجات التي كان يتم إشباعها عن طريق وظائف الأسرة كما في خدمات رعاية الأطفال ، خياطة ورتق الملابس ، وتنظيف الملابس والمساكن والسيارة .. إلخ ، التي أصبحت توفيرها ضرورياً من خلال شركات خدمية بعد أن خرجت المرأة للعمل : مما يتطلب تعويض خروجها من خلال هذه الشركات .

كما يمكن إضافة عامل آخر لا يقل أهمية عن العوامل السابقة ، وهو أن القيمة المضافة المتأتية من الخدمة أكبر من نظيرتها المتأتية من التصنيع ، وأن الاعتراف يتزايد بأن التصنيع أصبح نشاطاً حدياً منخفضاً ، وهذا ما نجده جلياً في صناعة الحاسبات الشخصية : حيث إن إنتاج الأجهزة يمثل نشاطاً حدياً منخفضاً مقارنة بالبرمجيات وأنشطة دعم الخدمات التي تنشئ الجانب الأكبر من قيمة المنتج للزبائن .

وإزاء هذا التطور الكبير في الخدمات : فإننا نجد أن أغلب الشركات الحديثة لم تعد تميل إلى التخصص في المنتجات فقط ، وإنما تبحث عن المزيغ أو توليفة الملائمة من المنتج / الخدمة ، والشكل رقم (١-٩) يوضح إمكانية إيجاد مثل هذه التوليفات : حيث إن الفكرة الأساسية وراء هذا الشكل هي أن كل شيء يباع لابد أن يقع بشكل ما على السلسلة المتصلة لهيمنة المنتج / الخدمة (Continuum P/S Dominance) .

### الشكل رقم (١-٩) : تدرج الخدمة مقابل تدرج المنتج



من هذا نجد أن صناعة الملح ورابطة العنق يهيمن عليهما مفهوم المنتج القياسي ، بينما التعليم والتمريض فيهيمن عليهما مفهوم الخدمة . أما البدة المخاطة والوجبات السريعة والتلفزيون فإنها تخص المنتج كما تخص الخدمة . وعلى الشركات أن تدرك الاختلافات في عناصر الخدمة / المنتج ، وأن تكون قادرة على اختيار المزيج الملائم من الخدمة / المنتج .

### ١-٦ - مصفوفة الخدمة :

إن مصفوفة الخدمة (Service Matrix) تساعد على تصنيف الخدمات رغم تنوعها إلى فئات أساسية حسب بعض الخصائص : تقديم الخدمة حسب طلب الزبون ،

والاتصال بالزبون وكثافة العمل ورأس المال : حيث يمكن أن نجد في كل خانة من المصنوفة عدداً من المنظمات الخدمية الملائمة حسب هذه الخصائص كما في الشكل رقم (١-١٠) . ووفق هذه المصنوفة تصنف الخدمات إلى :

**أولاً : الخدمات الشبيهة بالتصنيع (Quasi-Manufacturing) :** من أمثلتها خدمات البريد ومعالجة الصكوك وكذلك المستودع المؤتمت ، وهذه تتطلب كثافة رأس المال مع كثافة عمل أقل ، واتصالاً محدوداً بالزبون ، وهي تمثل خدمات قياسية شبيهة في تعاقب عملياتها بالتنظيم الخطي ومنتجاته القياسية .

**ثانياً : الخدمة الواسعة (Mass Services) :** من أمثلتها التعليم المدرسي ، والخدمات الخاصة بالحفلات وخط الكافيتيريا ، وهذه تتطلب كثافة عمل أكبر مع كثافة أقل لرأس المال ، كما تتطلب التدريب وجدولة الموارد البشرية لتقديم الخدمة بنجاح .

**ثالثاً : خدمات حسب الطلب (Custom-Shop Services) :** من أمثلتها خدمات عقود النقل والاتصال الهاتفي عبر المسافات البعيدة والعلاج الصحي : حيث إن المستشفيات مثلاً يجب أن تكون قادرة على تقديم الخدمات للمرضى حسب الطلب من خلال ملاك مهني وتكنولوجيا كثيفة رأس المال نسبياً مع اتصال عالٍ بالزبون .

**رابعاً : الخدمات المهنية (Professional Services) :** من أمثلتها الاستشارة القانونية والتشخيص الطبي ، والدروس الخصوصية ، وهي تتطلب الاتصال العالي بالزبون وملاكاً مهنيّاً متخصصاً ؛ حيث إن المهني هو الأساس في تقديم هذه الخدمات حسب المعايير والقواعد المهنية .

### الشكل رقم (١-١٠) : مصنوفة الخدمة

الاتصال الأدنى بالزبون	الاتصال العالي بالزبون
<p>الخدمات الشبيهة بالتصنيع :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- خدمات البريد .</li> <li>- معالجة الصكوك .</li> <li>- المستودع المؤتمت .</li> </ul>	<p>الخدمات حسب الطلب :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- خدمات عقود النقل .</li> <li>- هاتف المسافات البعيدة .</li> <li>- العلاج الصحي .</li> </ul>

كثافة  
رأس المال

تابع - الشكل رقم (١-١٠) : مصفوفة الخدمة

<p>الخدمات المهنية :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- الاستشارة القانونية .</li> <li>- التشخيص الطبي .</li> <li>- إلقاء الدروس الخصوصية .</li> </ul>	<p>الخدمات الواسعة :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- التعليم .</li> <li>- الحفلات .</li> <li>- الكافيتيريا .</li> </ul>	<p>كثافة العمل</p>
<p>تكنولوجيا التشغيل المرنة</p>	<p>تكنولوجيا التشغيل المحكمة</p>	

١- ٧ - سلسلة الخدمة - الربح :

إن شركات الخدمات لم تكن فى السابق مثلما هى عليه الآن ؛ فلقد كانت الخدمات كما يقول روش (S.S.Roach) محمية من المنافسة ، وكان تحفيزها محدوداً لمعالجة نقص الكفاءة ، ولكن دخول لاعبين جدد يتحدون الفلسفات والممارسات القديمة فى الخدمات غيرت ذلك . والمثال الذى يقدمه (شلسنجر وهسكيت Schlesinger and Heskett) فى (ماكدونالد) يعبر عن الظروف الجديدة ، فلسنوات عديدة لا أحد فى صناعة الخدمات يمكن أن يجارى (ماكدونالد) فى النمو والربحية فى عالم الوجبات السريعة ، ولكن فى نهاية الثمانينيات بدأت (ماكدونالد) تواجه فترة عصيبة ؛ فلأول مرة بدأت المبيعات والدخل التشغيلي (Operating Income) فى معارض كثيرة للشركة فى الانخفاض بتأثير المنافسين الذين يقدمون وجبات أكثر تنوعاً وأسعاراً أقل ، وبهذا بدأ مدخل الإنتاج الواسع وتفكير خط الإنتاج والاعتماد على المنتج القياسى المتماثل يتراجع مقابل المدخل الجديد وتفكير خط الزبون (Customer Line Thinking) والتنوع الأكبر ، والمدخل الجديد يضع عمال الخط الأمامى (Frontline Workers) أولاً وتصميم نظام الأعمال حولهم ، ويحدد شلسنجر وزميله خصائص المدخل الجديد بالآتى :

أولاً : التقييم الاقتصادى للاستثمارات فى البشر مثل الاستثمارات فى الآلات ، وأحياناً تكون الأولى ذات عوائد أكبر من الثانية .

ثانياً : استخدام التكنولوجيا لدعم جهود العاملين فى الخط الأمامى وليس فقط السيطرة على موقع العمل .

ثالثاً : جعل الاستخدام والتدريب شرطاً حاسماً للبائعين (مقدمى الخدمة) والمديرين .

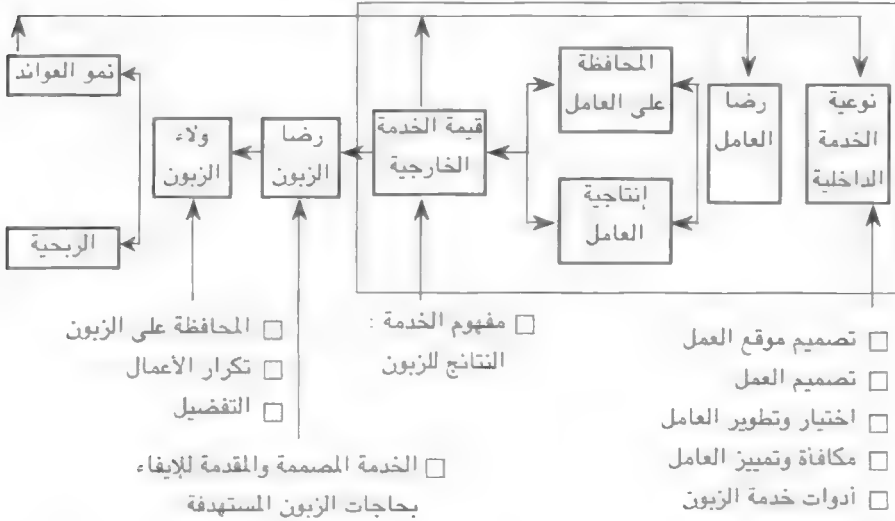


رابعاً : ربط التعويض بالأداء فى كل المستويات وليس فقط فى المستوى الأعلى .

وإزاء هذا التوجه الجديد نحو عمال الخط الأمامى من أجل إشباع أفضل للزبون فى ظل المنافسة المتزايدة فى قطاع الخدمات : كان لابد من تطوير النماذج والأساليب التى تساعد على مواجهة هذه الظروف الجديدة . وتعد سلسلة الخدمة - الربح إحدى هذه النماذج المهمة التى تساعد المديرين فى هذه الظروف على تطوير الخدمة وتحقيق التأثير التنافسى الأقصى لتوسيع الفجوة بين قادة الخدمة ومنافسيهم من قادة المنتجات كما يقول (هسكيت وآخرون .. J.L.Heskett et al) فى دراسة أخرى .

والشكل رقم (١-١١) يوضح هذه السلسلة التى طوّرت من تحليل الشركات الخدمية الناجحة لإيجاد علاقة متسلسلة الحلقات بدءاً بجودة الخدمة الداخلية المؤدية إلى رضا العامل المؤدى بدوره إلى المحافظة على العامل ورفع إنتاجيته : مما يساهم فى إيجاد قيمة الخدمة الخارجية لدى الزبون (أهمية نتائج الخدمة الكلية بالمقارنة مع الكلفة الكلية التى يتحملها الزبون) ، وهذه بدورها تؤدى إلى تحقيق رضا الزبون : مما يؤدى إلى ولاء الزبون (معاودة الزبون للشراء) والذى يؤدى إلى نمو العوائد وزيادة الربحية .

الشكل رقم (١-١١) : الحلقات فى سلسلة الخدمة - الربح



إن سلسلة الخدمة - الربح كما يشير واضعوها قد تم استنتاجها من شركات الخدمة الناجحة التي تضع العامل والزبون أولاً ، والتي تهتم بالقيمة مدى الحياة لولاء الزبون التي يمكن أن تؤدي إلى نتائج كبيرة تساهم في تطوير الخدمة ومستويات الرضا والقدرة التنافسية القصوى .

## ١-٨ - التطور التاريخي لإدارة العمليات :

إن التطور التاريخي لا يمكن اعتباره نتاج مصادفة ، كما لا يمكن اعتباره نتيجة التصميم والتخطيط ، بل هو نتيجة لحوادث ووقائع كثيرة تعبر عن سعى الأفراد والمجتمعات من أجل إنجاز أهدافها . ولقد كانت أنظمة الإنتاج قديمة قدم الحضارات الأولى : فبناء الجنائن المعلقة والأهرامات وسور الصين العظيم وهاكل الإغريق والرومان والمدن القديمة - كلها تشير إلى وجود أنظمة للإنتاج تتميز بالإدارة والتنظيم والتنسيق .

في الفترات المبكرة وحتى العصور الوسطى كانت عمليات الإنتاج تعتمد على الجهود الفردية والإنتاج بكميات قليلة ، وقد اتسمت الفترة التي سبقت الثورة الصناعية بالمظاهر العامة الآتية :

- أ - العمل المنزلي هو نمط الإنتاج السائد .
- ب - الإنتاج بكميات قليلة .
- ج - المقايضة المباشرة .
- د - في أواخر المرحلة التجارية ظهر التجار والسماسرة الذين يجمعون الفائض من أجل تصديره ، وكان هذا سبباً في التشجيع على زيادة الإنتاج بعد أن تحول العامل المنزلي إلى ما يشبه العامل لدى التاجر .
- هـ - أساليب العمل كانت بدائية وجهود التطوير فردية وأصحابها غير معروفين .

ولم تخل هذه الفترة من بعض الإرهاصات من نوع المصنع الذي ظهر عام ١٤٣٦م في فينسيا الذي مثل نموذجاً مبكراً لخط الإنتاج الواسع لتجهيز وتموين السفن .

وكذلك استخدام دَفّات السفن القابلة للتبديل بسبب تحطمها المستمر . ولكن البداية الحقيقية لتطور إدارة الإنتاج تتمثل فى الثورة الصناعية التى يُؤرِّخ لها الكثير من المختصين بأنها ابتدأت مع إدخال آلة البخار لـ (جيمس وات J.Watt) . ومع الثورة الصناعية تم الانتقال من الإنتاج المنزلى إلى نظام المصنع ؛ ليبدأ التطور المتواصل فى إدارة الإنتاج (العمليات) .

وفى أدبيات إدارة الإنتاج فإن التطور التاريخي يعالج بأسلوبين هما : أسلوب الفترات وأسلوب المساهمات الفردية ، ونعرض فيما يأتى لهذين الأسلوبين .

**أولاً : أسلوب الفترات :** إن (وكهام سكينر W.Skinner) قدّم تاريخ إدارة الإنتاج أو العمليات مكوناً من خمس فترات ، هى :

- الفترة الأولى (١٧٨٠م - ١٨٥٠م) : هى فترة القادة الصناعيين كـرأسماليين تكنولوجيين ، وفيها بدأ الإنتاج يتحول من الحجوم الصغيرة إلى الحجوم الكبيرة ، مع عمليات إنتاج صارمة . وإدارة هذه العمليات بقيت بيد الإدارة العليا مع مساعدة المشرفين من العمال ، وكانت ظروف العمل صعبة وقاسية .

- الفترة الثانية (١٨٩٠م - ١٩٢٠م) : هى فترة القادة الصناعيين كمهندسين للإنتاج الواسع ، وهذه الفترة تمثل دفعة قوية للثورة الصناعية ، وفيها ظهر الإنتاج الواسع وخط التجميع ، وتم نقل الفحم بكميات كبيرة بكفاءة ، وكانت الهيمنة والتأثير الكبير لرئيس العمال فى هذه الفترة .

- الفترة الثالثة (١٩٢٠م - ١٩٦٠م) : هى فترة تحرك الإدارة الصناعية إلى داخل المنظمة ، وفيها ظهر دور مدير الإنتاج الفعلى بعد أن أصبحت إدارة الإنتاج (التصنيع) معقدة ، ومع هذا التعقيد ظهرت الحاجة إلى الإدارة العلمية ، ويلاحظ أن أغلب مفاهيم أسس الإدارة العلمية أدخلت فى هذه الفترة .

- الفترة الرابعة (١٩٢٠م - ١٩٦٠م) : هى فترة تنقيح الإدارة الصناعية لمهاراتها فى السيطرة والاستقرار ، ومع ظهور مستويات جديدة من التعقيد ؛ فإن رئيس عمال واحد لم يعد قادراً على تنسيق طلبيات الإنتاج لخط متغير وجدول إنتاج عديدة ومتنوعة ؛ لذا بدأ عصر التخصص فى الإنتاج . إن هذه الفترة تعتبر العصر الذهبى

لتطور الصناعة الأمريكية ، ولتصبح القوة الصناعية الأكبر فى العالم عام ١٩٦٠م ، كما فى هذه الفترة تطورت واستخدمت الطرق والأساليب الكمية وتحسنت ظروف العمل وعلاقاته .

– الفترة الخامسة (١٩٦٠م - ١٩٨٠م) : هى فترة تساقط أسس الإدارة الصناعية ، وقد شهدت تراجع الشركات الأمريكية ومفاهيمها فى الإدارة : فالمنتجات التى كانت تصدر من الولايات المتحدة قبل هذه الفترة أصبحت تستوردها من ألمانيا واليابان والشرق الأدنى ، كما شهدت هذه الفترة ظهور التجربة اليابانية بمفاهيم وأساليب جديدة ، وكذلك تكنولوجيا الإنسان الآلى وأنظمة التصنيع المرن .

يخلص (سكنر) إلى أن مدير العمليات فى التسعينيات سيتطلب تدريباً أفضل وإعداداً أوسع : ليتعامل مع الحاسبات وأنظمة المعلومات المعقدة وأنظمة دعم القرار والنماذج الرياضية .

**ثانياً : أسلوب المساهمات الفردية :** هذا الأسلوب يعتمد على إبراز مساهمات الأفراد وفق تسلسل تاريخى متراكم : حيث يلاحظ أن هذه المساهمات كانت محدودة ومتباعدة فى البداية : لتتسع وتزايد فى بداية هذا القرن والجدول رقم (١-١٢) يوضح هذه المساهمات :

الجدول رقم (١-١٢) المساهمات الفردية فى تطور إدارة العمليات

السنة أو الفترة	المساهمة الفردية
١٧٧٦م	يصدر (آدم سميث A.Smith) كتابه "ثروة الأمم" أكد فيه على تقسيم العمل ومزاياه الاقتصادية .
١٨٠٠م	يساهم (أيلي وتنى E.Whitney) فى إدخال الأجزاء القياسية القابلة للتبادل (Interchangeable Parts) .
١٨٣٢م	يصدر (جارلس بابيج C.Babbage) كتابه "فى اقتصاد الآلات والصنائع" مؤكداً على مزايا تقسيم العمل وأهميته فى زيادة الإنتاجية وتخفيض الأجور الكلية .
١٩١١م	يصدر (فرديريك تايلور F.W.Taylor) كتابه "مبادئ الإدارة العلمية" موضحاً فيه أهمية الإدارة العلمية والتأكيد على المبادئ الأربعة لما يسمى بالإدارة العلمية .

## تابع - الجدول رقم (١-١٢)

السنة أو الفترة	المساهمة الغربية
١٩١٤م	ثنائي جيلبرت (فرانك و ليليان جيلبرت Frank and Lillian) ينشران كتابهما دراسة الحركة التطبيقية ، وقد وضعاً فيه مبادئ اقتصاد الحركة والأساليب الجديدة في دراسة العامل وحركاته مع وضع رموز دراسة الحركة (Therbligs) .
١٩١٥م	قام (فورد هاريس F.W.Harris) بتطوير نموذج كمية الطلبية الاقتصادية (EOQ) للرقابة على المخزون في شركة وستنكهوس : ليتجاوز الأنظمة اليدوية غير العملية مثل نظام الوعائين (Two-Bin System) .
١٩١٩م	أصدر (هنري لورنس جانت H.L.Gantt) كتابه "تنظيم العمل" ، وساهم بالمخطط المعروف باسمه (Gantt Chart) كإداة فعّالة في التخطيط والسيطرة على الإنتاج .
العقد الثاني	يستخدم (هنري فورد H.Ford) خط التجميع (Assembly Line) في صناعة السيارات ، وبدلاً من صناعة كل شيء يمكن الآن القيام بالتجميع فقط : ليكون هناك خط التصنيع وخط التجميع .
١٩٢٤م	البدء بتجارب هوثورن (Hawthorne Experiments) في مصنع هوثورن التابع لشركة جنرال إلكتريك تحت إشراف الأكاديمية القومية للعلوم لدراسة علاقة الظروف المادية بالإنتاجية ، وفي عام ١٩٢٧م تم استدعاء فريق من جامعة هارفرد بقيادة (إلتون مايو E.Mayo) : ليواصل التجارب ويتوصل فيما بعد إلى الدوافع غير المادية والتنظيم غير الرسمي ، ويوجد مدرسة العلاقات الإنسانية .
١٩٢٤م	استطاع (والتر شويهارت W.A.Shewhart) من مختبرات بيل للهاتف أن يقيم أول كورس طبق فيه مخطط الرقابة الإحصائية (Statistical Control Chart) على المنتجات الصناعية : ليحجى من بعده من مختبرات بيل دوج وروميج (H.F.Dodge and H.C.Romig) : ليطبقا خطط العينات الوحيدة والمتعددة ، ويضعاً جداول الفحص بالمعينة (Sampling Inspection Tables) .
١٩٢٤م	قام تيببت (L.H.C.Tippett) من صناعة النسيج البريطانية بتطوير معاينة العمل (Work Sampling) أو قياس النشاط بالعينات .
١٩٢٦م	يجذب (رايت T.P.Wright) الاهتمام إلى منحني التعلم من خلال دراسة نشرها في مجلة "علوم الطيران" حيث وصف كيف أن كلفة العمل المباشر لإنتاج بدن الطائرة تنخفض مع التجربة .

تابع - الجدول رقم (١-١٢)

السنة أو الفترة	المساهمة الفردية
١٩٣٩م	تشكيل فريق علمي متعدد الاختصاصات تحت إشراف عالم الفيزياء (بلاكيت) : ليشكل ما عرف بحلقة بلاكيت (Blackett's Circus) لدراسة المشكلات العسكرية واللوجستية خلال الحرب ، وكان هذا العمل البداية المهمة لفرع مهم هو بحوث العمليات .
١٩٤١م	يصيغ (هتشكوك F.L.Hitchcock) الشكل القياسي لمشكلة النقل في دراسة نشرها في مجلة الرياضيات والفيزياء تحت عنوان " توزيع المنتج من مصادر متعددة لمواقع متعددة " وفي عام ١٩٤٩م جذب (كويمانز T.C.Koepman's) الاهتمام الكبير إلى مشكلة النقل في بحثه حول الاستخدام الأمثل لنظام النقل وفي عام ١٩٥١ يطبق (جورج دانتزك G.B.Dantzig) طريقة السمبلكس على مشكلة النقل .
١٩٤٦م	قام (جون موشلي وإيكيرت Mauchly and Eckert ) بصنع الحاسبة العشرية . وفي سنة ١٩٥١م قدما أول حاسبة عشرية تجارياً هي (UNIVAC) : ليتطور استخدامها بشكل كبير في أنظمة إدارة العمليات .
١٩٤٧م	دعى (موريل k.W.Murrell) رئيس قسم علم النفس التطبيقى في جامعة بريستول للقيام باختبارات على القطع البحرية ومدى ملاءمتها للاستخدام من قبل أفراد الطواقم في الأسطول البريطانى ، وقد وضع معايير قياسية على الشركات الالتزام بها . وفي مؤتمر عقد في أكسفورد سنة ١٩٤٩م أطلق موريل تسمية الهندسة البشرية (Ergonomics) : ليوجه الأنظار نحو هذا الفرع الجديد من العلوم .
١٩٤٧	يقوم (جورج دانتزك G.B.Dantzig) بتطوير نمودجه المعروف بطريقة السمبلكس (Simplex Method) .
١٩٤٨م	ماينرد وآخرون (H.B.Maynard et al.) يطورون نظام قياس وقت الأساليب (Measurement Method Time) ، وهو من الأنظمة الأساسية المتعلقة بأوقات الحركات القياسية المحددة مسبقاً ، والمعروف بالرمز (١-MTN) : ليساهم في تصميم العمل وخاصة في ظل الاستخدام المتزايد للمكننة والأتمتة .
١٩٥١م	يقوم (فوردي ديكى H.F.Dickey) باستخدام تحليل (أ ب ج ) للمخزون مطوراً بذلك استخدام قاعدة باريتو (Pareto Rule) في مجال المخزون .

## تابع - الجدول رقم (١-١٢)

السنة أو الفترة	المساهمة الغربية
١٩٥٦م	تقوم شركة (ديبونت DuPont) بتطوير طريقة المسار الحرج (Critical Part Method) ، وفي عام ١٩٥٧م تم تنفيذ هذه الطريقة على حاسبات (UNNAC) للسيطرة على بناء مصنع كيمياوى وحقت نتائج جيدة . وفي عام ١٩٥٨م تم تطوير أسلوب تقييم ومراجعة المشروع (PERT) من قبل شركة استشارية هي (Booz , Allen and Hamilton) التي تعاقدت مع مكتب المشاريع الخاصة التابع للبحرية الأمريكية فى إطار تحسين برنامج صواريخ بولاريس . وفي عام ١٩٣٦م يقوم برتسكير (A.B.Pritsker) بتطوير أسلوب التقييم والمراجعة البيانى المعروف بالرمز (GERT) الذى استخدم الشبكيات فى خطوط الانتظار مع تجاوز بعض المحددات فى طريقة بيرت (PERT) .
١٩٦٠م	توصل (جوى أورلكى J.Orlieky) لاستخدام نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP) ومن ثم تطويره فى كتبه التى نشرها فى عامى ١٩٧٤م و١٩٧٥م .
بداية الستينيات	يقوم (تاييجى أونو T.Ohno) بتطوير نظام إنتاج الوقت المحدد (-Just-In-Time Production System) المعروف بنظام إنتاج تويوتا ، وفى بداية الثمانينيات انتقل النظام إلى الولايات المتحدة وأوربا .
بداية الستينيات	يشرف الدكتور (كاورو إيشيكافا K.Ishikawa) على حملة التطبيق الواسع لدوائر الجودة اليابانية .
١٩٦٩م	ينشر (سكنر W.Skinner) دراسة " التصنيع : الحلقة المفقودة فى الإستراتيجية الكلية " وفى سنة ١٩٧٤م يقدم دراسته حول " المصنع البؤرى " وفيما بعد كتابة " التصنيع : السلاح التنافسى العظيم " : ليفتح الطريق أمام تطوير إستراتيجية العمليات (أو التصنيع) .
السبعينيات	تم إدخال تكنولوجيا الإنسان الآلى (Robot) فى العمليات الخطرة ، كما استخدمت أنظمة التصنيع المرنة (Flexible Manufacturing Systems) ، وتطوير أنظمة التصنيع المتكاملة (Integrated Manufacturing Systems) . وكذلك التصميم بمساعدة الحاسبة (CAD) .
الثمانينيات	استخدام تخطيط التشغيل بمساعدة الحاسبة (CAPP) ، واستخدام بعض تطبيقات الذكاء الصناعى مثل الأنظمة الخبيرة (Expert Systems) التى

تابع - الجدول رقم (١-١٢)

السنة أو الفترة	المساهمة الفريدة
	استخدمت فى جدولة مواقع العمل ، والرؤية الآلية (Machine Vision) التى استخدمت فى السيطرة على الإنتاج والجودة (انظر الفصل الثالث عشر: تكنولوجيا الإنتاج) .
بداية الثمانينيات	يقوم كولدراى (E.Goldratt) بتطوير تكنولوجيا الإنتاج المثلى (Optimized Production Technology) ورمزه (OPT) الذى يعتمد على خوارزمية سرية للتوصل إلى الاستغلال الأمثل للموارد فى حالة الإنتاج حسب الطلب .

مما تقدم يمكن أن نلاحظ أن التطور كان واسعاً ومتنوعاً ، وهو يمثل أساساً قوياً لتطور إدارة العمليات فى المستقبل : حيث إن دراسة الماضى مسألة ضرورية لفهم التطور فى المستقبل ، ومن دراسة التطور التاريخى لإدارة العمليات : يمكن أن نستنتج أن اتجاهات التطور فى الفترة الماضية كانت تتمثل فى الآتى :

**أولاً : التطور فى المفاهيم والمبادئ :** هذا مانجده فى تقسيم العمل ، مبادئ اقتصاد الحركة ، أنماط الإنتاج ، تصميم المنتج والتشغيل .. إلخ . والواقع أن هذا التطور هو الذى يمثل الجوهر الحقيقى لتطور إدارة العمليات : لأن المبادئ والمفاهيم واحدة فى حين أن التطبيقات والوسائل هى التى تختلف من بيئة لأخرى ، وفى هذا يقول (دركر P.F.Drucker) إن الإدارة ليست مجموعة وسائل وأساليب وحيل ، بل هى مجموعة جوهرية صغيرة من المبادئ التى تدور حول البشر ، وأن ما يفعله المديرون فى ألمانيا والبرازيل وبريطانيا والولايات المتحدة هو الشئ نفسه ، ولكن كيف يفعلون ذلك الشئ فهو مختلف تماماً : لأن الثقافة هى ما يختلفون فيه .

**ثانياً : التطور فى الطرق والأساليب الكمية وبحوث العمليات :** تمثل فى الطرق التجريبية (Heuristics) ، وطرق الأمثلية (Optimization Methods) : حيث إن هذه الطرق تمثل المدخل الكمى فى إدارة العمليات .



**ثالثاً : التطور فى تكنولوجيا وأتمة الإنتاج :** يتمثل فى التطور المتزايد فى إدخال الآلة وإحلالها محل القوة البشرية ، ليس فى تنفيذ الأعمال والعمليات فقط ، وإنما أيضاً فى بعض عمليات التصميم والتخطيط والسيطرة . وهذا ما تمثله أنظمة التصنيع المرنة (FMS) والتصميم بمساعدة الحاسبة (CAD) والتصنيع المتكامل بالحاسبة (CIM) .. إلخ .

**رابعاً : تطور إدارة العمليات خلال الفترة الماضية :** قد ترافق مع زيادة كبيرة ومستمرة فى الإنتاجية مع تطور غير مكافئ فى الجودة ، وإذا كان القرن العشرين هو قرن الإنتاجية كما يقول (جوران J.M.Joran) : فإن القرن الواحد والعشرين سيكون قرن الجودة ، أى قرن التطور السريع والكبير فى الجودة .

## ١-٩- اتجاهات التطور فى إدارة العمليات :

فى عصر التغيرات السريعة فإن إدارة العمليات تمر بتحولات كثيرة ، وتواجه تحديات أساسية عديدة ، وقد حدد (ديلورث J.B.Dilworth) هذه التحديات التى تواجه إدارة العمليات اليوم فى الآتى :

- أ - التأكيد على الجودة وتزايد الاعتقاد بإمكانية تحسين الجودة وخفض الكلفة فى نفس الوقت .
- ب - الاتجاه نحو استخدام نظام الوقت المحدد (JIT) : فلقد أصبح هذا النظام المدخل العام للمنتجين ، وأن المنتج الذى يأخذه يجعل منافسيه يتبعونه .
- ج - تطوير وتحسين الأتمة المرنة (Flexible Automation) مثل الإنسان الآلى وأنظمة التصنيع المرنة ، والتوسع باتجاه التصنيع المتكامل بالحاسبة (CIM) أو ما يعرف شعبياً بمصنع المستقبل .
- د - الحاجة إلى ميزانيات أكبر تُخصص للبحث والتطوير (Rand D) .
- هـ - ازدياد أهمية التدريب فى جميع المستويات وخاصة لمدبرى العمليات .
- و - التأكيد على الاقتراب أكثر من الزبون .

- ز - ازدياد أهمية الشركات الصناعية الصغيرة كجزء من شبكة الشركة الأكبر .
- ح - الحاجة إلى السلوك التنافسي : مما يتطلب من مديري العمليات أن يكونوا قادرين على إدارة الصراع : حيث إن قطاع الأعمال سידار على الأغلب من قبل مديرين محترفين .
- كما أن شركة استشارية صناعية دولية معروفة بعد أن قامت باستطلاع آراء (٥٩) من الرؤساء التنفيذيين للشركات متعددة الجنسيات عبر العالم : أظهرت الأسس الرئيسية لتغير الأعمال في العالم حيث أكدوا على ما يأتي :
- أ - الحاجة إلى تحقيق النمو في الأسواق كتوسيع للتقسيم الدولي .
- ب - أن تكون المنتجات والخدمات ذات جودة عالية وأسعار منخفضة حسب المقاييس الدولية .
- ج - أن يكون التركيز الأساسي للشركة هو : أن تفعل ما هو أفضل دائماً .
- د - أن الهدف الأساسي للأعمال هو التوسع .
- هـ أن الاستحواذ هو الطريقة المفضلة في الأسواق الناضجة ، وأن المشروعات المشتركة تعمل بشكل أفضل في آسيا والمناطق النامية الأخرى .
- و - وجوب أن تركز الشركة في مدخلها على الإستراتيجية الدولية ، ولكن ينبغي أن تبقى حساسة لظروف السوق المحلية .
- ز - أن هناك اتفاقاً دولياً حول الحاجة إلى العاملين الذين لديهم منظور دولي للأعمال .
- إن هذه التحديات والأسس المهمة تضع إدارة العمليات أمام مسؤوليات كبيرة ، خاصة وأن التجارب الجديدة في اليابان وألمانيا وغيرها تنقل إدارة العمليات إلى مرحلة جديدة بمفاهيم وخصائص وأساليب جديدة يكشف عنها الملحق (١) لهذا الفصل الذي يعالج إستراتيجية العمليات : المدخل الياباني .

## ١ - ١٠ - الإعداد لإدارة العمليات :

في وقتنا الحاضر يتطور الاقتصاد وتزايد الشركات وتزايد معها المنافسة في أنظمة الإنتاج والعمليات ، والأساليب والطرق ، والمنتجات والخدمات . وفي ظل هذا

التطور تتزايد أهمية وظيفة إدارة العمليات ، و يتوسع الطلب على مديري العمليات فى الشركات المختلفة بعد أن أصبحت إدارة العمليات منذ عقود مجالاً متخصصاً للتعليم والتدريب و مساراً مهنيًا محترفاً يتطلب إعداداً منهجياً ، و مراحل متدرجة من الممارسة والخبرة فى مجال العمليات الذى أصبح يمثل مصدراً مهماً من مصادر الميزة التنافسية فى الشركات الحديثة . وفى ظل المنافسة المتزايدة فى السوق : فإن وظيفة العمليات لم تعد مجرد وظيفة يمكن شغلها دون توفر الاختصاص ومقومات ممارسة المهنة ، بل إنها أصبحت تتميز بكونها إحدى الوظائف الأساسية ذات العلاقة باستخدام وتحسين الموارد فى مجال العمليات ، الذى تُوظف فيه النسبة الأكبر من رأس مال الشركة فى الموقع والتنظيم الداخلى ونمط التكنولوجيا وأنظمة وأساليب الإنتاج .. إلخ ، كما أنها (أى وظيفة العمليات) تتسم بكونها العامل الأساسى من عوامل النجاح فى السوق من خلال المساهمة الكبيرة فى تحقيق أبعاد الأداء التنافسى المتمثلة فى التكلفة ، الجودة ، الاعتمادية ، والمرونة .

ولقد حققت الدول المتقدمة تطوراً ملحوظاً فى تحويل جوانب مما يدخل ضمن وظيفة العمليات إلى اختصاص علمى عالى التخصص ، ومهنة تمنح فيها شهادات من قبل جمعيات وطنية مهنية من أجل ممارسة المهنة . وأن الجمعية الأمريكية للرقابة على الإنتاج والمخزون ( APICS ) تمنح شهادة الممارسة فى إدارة المخزون ، كما أن الجمعية الأمريكية للرقابة على الجودة ( ASQC ) تقوم بامتحانات : من أجل الحصول على شهادة الممارسة فى مجال الرقابة على الجودة ، وغيرها الكثير مما يدعم وظيفة العمليات سواء كتخصص علمى أو كمهنة .

وإذا كان هذا التطور قد تحقق فى الدول المتقدمة ؛ فلا زالت أقطارنا العربية تسير فى هذا الاتجاه ؛ من أجل تمكين وظيفة العمليات من استكمال مقومات المهنة بعد أن استكملت مقومات تعليمها كتخصص علمى إلى جانب التخصصات العلمية الأخرى . وإن شركاتنا العربية تتجه نحو إعطاء هذا التخصص دوره فى ممارسة وظيفة العمليات الإنتاجية والخدمية . ولا شك فى أن مدير العمليات مطلوب منه أن يكون ملماً وقادراً على ما يأتى :

- ١- فهم إستراتيجية العمليات فى اتجاهاتها الحديثة بوصف العمليات أحد مصادر الميزة التنافسية والمجال الذى يمكن استخدامه كسلاح تنافسى فى التفوق والتميز فى السوق .
- ٢- فهم الأساليب الكمية واستخدامها وتطبيقاتها فى مجال العمليات : بما يحقق أفضل استخدام للموارد المتاحة فى إنتاج السلع وتقديم الخدمات .
- ٢- فهم التكنولوجيا وأنظمتها الحديثة فى العمليات : حيث إن الخيار التكنولوجى خيار إستراتيجى ؛ لدوره طويل الأمد فى زيادة الإنتاجية وتحسين الجودة والاستجابة السريعة لحاجات السوق والزبون .
- ٤- القدرة على استخدام الحاسبة فى وظيفة العمليات : بما يحقق أفضل استخدام للمعلومات فى صنع القرارات الإنتاجية ؛ وهذا ما يجعل مدير العمليات مهتماً باستخدام وتطوير نظام المعلومات الإنتاجية (PIS) ونظام دعم القرار (DSS) .

## الأسئلة :

- ١- اذكر اثنين من تصنيف عمليات الإنتاج والفرق بينهما .
- ٢- لقد تطور مصطلح إدارة الإنتاج إلى إدارة العمليات ، ماهى الأسباب الأساسية التى أدت إلى هذا التطور ؟
- ٣- قارن بين المداخل الآتية ، مبيناً عوامل القوة والضعف فى كل منها .
  - أ - مدخل الوظائف الإدارية .
  - ب - مدخل علم الإدارة .
  - ج - مدخل دورة الحياة .
- ٤- قارن بين مدخل علم الإدارة ومدخل القرارات مبيناً أوجه التكامل وأوجه الاختلاف .
- ٥- ماذا نعنى بمدخل النظم ، وما هى الأسباب التى أدت إليه (مزايها هذا المدخل) ؟
- ٦- ماذا نعنى بإستراتيجية العمليات ، ومن هم أبرز روادها ؟ وماهى الأسباب التى أدت إلى التأكيد عليها ؟
- ٧- كيف يمكن ربط إستراتيجية العمليات بالإستراتيجية الكلية للشركة ؟
- ٨- كيف تساهم إستراتيجية العمليات فى تحقيق إستراتيجية وحدة الأعمال ؟
- ٩- ماهى الخصائص الجديدة لإستراتيجية العمليات ؟
- ١٠- ماهى الاختلافات الأساسية بين الخدمة والمنتج ، وكيف يمكن أن تؤثر عدم القابلية على لمس الخدمة ، وعدم إمكانية تخزينها على إدارة العمليات فى شركات الخدمات ؟
- ١١- ماذا نعنى بمصفوفة الخدمة ، وكيف يمكن الاستفادة منها ؟
- ١٢- تعتبر سلسلة الخدمة - الربح أحد الأساليب الأساسية فى رفع كفاءة وفاعلية عمليات الخدمة ، وضع كيف يتم تحقيق ذلك .
- ١٣- ماهى اتجاهات تطور إدارة العمليات فى الفترة الماضية ، وما هى اتجاهات التطور فى المستقبل ؟

## المراجع :

## أولاً - الكتب :

- 1- E.Adam, Jr. and R.J.Ebert, Production and Operations Management, Printice-Hall of India Private . New Delhi , 1993
- 2- E.S.Buffa and R.K.Sarin, Production / Operations Management, John Willy and Son, New York, 1987
- 3- R.B.Chase and N.J.Aquilano , Production and Operations Management , Richard D Irwin, Homewood Illinois, 1989
- 4- D.Del Mar, Operations and Industrial Management, McGraw Hill Book Co. New York. 1985.
- 5- J.B.Dilworth , Production and Operations Management . McGraw Hill Publishing Co. New York, 1989
- 6- J.R.Evans ,Applied Production and Operations Management , West Publishing Co. America. 1997
- 7- Ch.A.Gallagher and H.T.Watson, Quantitative Methods for Business System, McGraw Hill Book Co. New York. 1980
- 8- M.Hammer and J.Champy, Reengineering the Corporation A Manifesto for Business Revolution, Harper Collins, New York. 1993
- 9- J.Krajewski and B.Ritzman, Operations Management: Strategy and Analysis, Addison - Wesley Publishing Co. Reading Massachusetts. 1996 .
- 10- J.G.Monks, Operations Management: Theory and Problems, McGraw Hill Book Co. New York. 1987
- 11- R.G.Schroeder, Operations Management, McGraw Hill Book Co. New York. 1987
- 12- W.J.Stevenson , Production / Operations Managemet , Richard D. Irwin. Chicago. 1996
- 13- R.J.Tersine, Production and Operations Management North Hol land. 1980.

**ثانيا - الدوريات :**

- 1- H.L.Cypress , Reengineering , OR/MS Today , February 1994 .
- 2- G.Hall,et al, .: How to Make Reengineering Really work , HBR , Nov - Dec, 1993.
- 3- J.L.Heskett et al, Putting the Service - Profit Chain to Work, HBR March - April 1994. pp 164-74
- 4- R.F.Hurley and J.M.Laitanmaki; Total Quality Research, California Management Review. No. 1 fall 1995 pp59-78.
- 5- J.B.Quinn et al., Beyond Product: Services - Based Strategy. HBR. March-April 1990. pp 58-67 .
- 6- L.A.Schlesinger and J.L.Heskett, The Service Driven Service Company, HBR ,1991 Sep - Oct , 71-81 .

**ثالثا - التقارير :**

- ١- برنامج الأمم المتحدة ومركز دراسات الوحدة العربية : تقرير التنمية البشرية لعام ١٩٩٣ م ، بيروت ١٩٩٣ م ، جدول رقم (٥٣) ص ص (٢١٤- ٢١٥) .

## ملحق الفصل الأول : إستراتيجية العمليات - المدخل اليابانى

١- المدخل .

٢- الخصائص الأساسية لإستراتيجية العمليات فى اليابان .

أولاً : وظيفة العمليات بمنظور إستراتيجى .

ثانياً : نظام إنتاج الوقت المحدد .

ثالثاً : التحسينات الصغيرة والمستمرة .

رابعاً : اتساق أبعاد الأداء فى إستراتيجية العمليات .

خامساً : من المحلى إلى العالمى .

سادساً : النظرة طويلة الأمد .

سابعاً : الشركة الخلاقة للمعرفة .

ثامناً : محاسبة الكلف بُعد آخر .

٣- الأسبقيات التنافسية .

المراجع .





## ١- المدخل :

منذ بداية الثمانينيات والتجارب الصناعية المتقدمة (فى الولايات المتحدة وأوروبا) لم تهدأ ، ولا زالت حتى الآن تبحث وتنقب عن الأسباب الجوهرية الكامنة والظاهرة فى التفوق الياباني فى السوق الدولية وضمنه الأسواق الداخلية للولايات المتحدة ودول أوروبا الغربية : فاليابان هذا البلد الذى يتحمل كلفاً إضافية فى استيراد المواد الأولية والوقود ، وكلفاً إضافية فى نقل منتجاته النهائية لآلاف الأميال إلى الأسواق الأمريكية والأوروبية - تظل أسعاره تنافسية ومنتجاته أكثر اجتذاباً للزبون من حيث الجودة المعولية والأداء ، كيف يمكن أن يتحقق هذا ؟

ولعل مما يزيد الحيرة والغربة فى السؤال هو أن اليابانيين قبل ثلاثة عقود فقط كانت سلعهم تقابل بالازدراء فى الأسواق الغربية ، وكانت ميزتها الوحيدة لتغطية الجودة الرديئة تتمثل فى رخصها فى حين كانت المنتجات الغربية - رغم ارتفاع سعرها - تجذب الزبائن بجودتها . أما الآن فإن المنتجات اليابانية ليست رخيصة فقط فى الأسواق الغربية ، بل إنها تجذب الزبائن بالجودة المعولية والملائمة . ولتوضيح أبعاد هذه المقارنة : نشير إلى ما أورده (E.A.Haas) فى صناعات السيارات الأمريكية التى يُستثمر فيها (٤٠) بليون دولار أى حوالى (٢٥٪) من الاستثمار القومى الأمريكى فى المعدات . والتى تتسم بالتكنولوجيا الأحدث والأساليب والطرق الأكثر تطوراً فى الولايات المتحدة : حيث يقول هس قبل (٦) سنوات كان اليابانيون ينتجون السيارات بأقل من (١٥٠٠) مقارنة بديترويت ، والآن الفرق أصبح (١٨٠٠) دولار ، والتفوق ليس فقط فى الكلفة ، بل إن السيارات الأمريكية تحتاج إلى ثلاث مرات تصليح فى السنة الأولى مقارنة بمثيلتها اليابانية . ولعل فى دراسة (سكوت B.R.Scott) ما يضع التحدى الياباني فى دائرة القلق الأمريكى بحق ، فبعد أن يقرر أن الولايات المتحدة هى لليابان مثل البرازيل للولايات المتحدة : يوضح أن الولايات المتحدة لا تصدر سوى (٢٥٪) من مجموع الصادرات آلات ومعدات ، بينما اليابان تصدر (٨٠٪) إلكترونيات ومعدات ذات فائض قيمة أكبر ، وأن اليابان صدرت (٢٦) بليون دولار عام ١٩٨٧م إلى الولايات المتحدة مقابل (٥) بلايين هى الصادرات الأمريكية . كما يؤكد أن الولايات المتحدة وهولندا وهما البلدان اللذان ابتكرا الفيديو كاسيت لا تُصنع منه وحدة واحدة

فيهما ؛ لأن اليابان لا تنافس فيه . وأن الولايات المتحدة التي ابتكرت أجهزة ذاكرة الحاسبة تحصل الآن على (١٩) وحدة من كل (٢٠) وحدة من رقائق الذاكرة مصنوعة في اليابان .

وإزاء هذا كله كان لابد من البحث عن الأسباب ، ولابد من إرسال الوفود وتنظيم الزيارات الفردية والجماعية إلى اليابان كما فعلت جنرال موتورز (GM) التي أرسلت أكثر من عشرين من المديرين الأساسيين في زيارة دراسية إلى اليابان في بداية الثمانينيات ؛ بحثاً عن كل ما يفسر الإخفاق الأمريكي والتفوق الياباني . ولاشك في أن الأفكار الأولى التي طرحت كانت متعجلة وبعيدة عن جوهريات التجربة اليابانية ؛ فالبعض كان يرى أن خلف التفوق الياباني يكمن اللغز الشرقي (Oriental Puzzle) في محاولة لتأكيد العوامل التي لا يمكن التبارى فيها ، أى العوامل الثقافية والبيئية وليس في الأساليب والطرق والمفاهيم العامة . إلا أن (ويلرايت S.C.Wheelwright) بقدر ما ينكر هذا التفسير ويعزیه إلى الغموض واللبس الذى مارسه صحافة الأعمال ؛ فإنه يشير إلى حقيقة ما حققته الإدارة اليابانية داخل الولايات المتحدة ، ففي بداية السبعينيات اشترت شركة (Matsushita) اليابانية مصنع تجميع التلفزيونات الأمريكى في فرانكلين بارك الذى كان يعاني من إنتاجية منخفضة وجودة رديئة (أكثر من ١٥٠ عيباً لكل ١٠٠ مجموعة) وخلال ثلاث سنوات من شرائه زادت الإنتاجية (٣٠٪) ، وانخفضت العيوب إلى أقل من (٤) في كل (١٠٠) مجموعة ، وهذا يعنى أن المفاهيم والخبرة اليابانية قابلة للنقل على الأقل من قبل اليابانيين إلى دول أخرى .

ومنذ بداية الثمانينيات تزايد التأكيد على أنه ليس ثمة سر غامض خلف الأكمة ، وإنما هناك مفاهيم وأساليب جديدة تساهم في خلق الأبعاد المتميزة في التجربة اليابانية . هذه الأبعاد - التي لازال اليابانيون أنفسهم أفضل من يمارسونها بكفاءة عالية - تكمن في إستراتيجية العمليات (التصنيع) ؛ حيث إن إدارة العمليات هي المسؤولة عن إستراتيجية العمليات كإستراتيجية وظيفية يمكن أن تكون مركز الثقل والقوة الدافعة في إستراتيجية وحدة الأعمال ، وفي هذه الرؤية يكمن التفوق الياباني في كسب الميزة التنافسية الأكثر كفاءة والأطول مدى خلافاً للمفاهيم التي تجعل وظيفة العمليات في مرتبة أدنى من الوظائف الأخرى وبدون دور إستراتيجي وأهمية إستراتيجية ، وهذه

المفاهيم تخضع فى السنوات الأخيرة الماضية لمراجعة جذرية عميقة ، بعد أن كشفت التجربة اليابانية عن أبعاد وخصائص فى ممارسة هذه الإستراتيجية أكسبتها عناصر تفوق قوة وطويلة الأمد ، وهذا ما سنعرض له فى الفقرة التالية .

## ٢- الخصائص الأساسية لإستراتيجية العمليات فى اليابان :

لقد كشفت الدراسات الكثيرة التى أجريت حول الشركات اليابانية حقيقة أن وظيفة العمليات التى كانت تمارس وفق رؤية إستراتيجية عميقة وفعالة ، هى المصدر الأساسى للنجاح الكبير الذى حققته هذه الشركات فى الأسواق العالمية ؛ فلقد استطاع اليابانيون أن يحققوا الاستخدام الأكثر كفاءة لإستراتيجية العمليات فى إيجاد واستمرار الميزة التنافسية فى هذه الأسواق . وهذا ما أشار إليه (دركر P.F.Drucker) فى دراسته (بزوغ نظرية التصنيع) والتى أكد فيها أيضاً على أن شركات تويوتا هوندا ونيسان تنتج ضعفين أو ثلاثة أضعاف من السيارات أكثر مما ينتجه الأمريكيون والأوروبيون ، ويدون الاستمرار فى سرد المزيد من البيانات والمؤشرات الإضافية الدالة على حقيقة النجاح اليابانى ، سنحاول فى الفقرات الآتية أن نتناول بشئ من التفصيل الخصائص الأساسية لإستراتيجية العمليات اليابانية ، ومن ثم نتناول فى فقرة منفصلة تقييم الإمكانيات المتاحة لمحاكاة هذه التجربة من خلال الفصل الموضوعى مابين العام فى المفاهيم القابلة للتطبيق فى بيئات أخرى والخاص اليابانى .

### أولاً : وظيفة العمليات بمنظور إستراتيجى :

إذا كان الأكاديميون فى الولايات المتحدة هم أول من تنبه إلى الأهمية الكبيرة لوظيفة العمليات ودورها فى إيجاد واستمرار الميزة التنافسية ؛ فإن المديرين اليابانيين فى مصانعهم وخطوط إنتاجهم هم أول من مارس وطبق بكفاءة وفاعلية وظيفة العمليات وفق أهداف ورؤية إستراتيجية ، ولعل هذه الرؤية الإستراتيجية هى التى تميز اليابانيين ، فالبعض من الذين زاروا المصانع اليابانية كانوا يرون أن الكثير من الأساليب والطرق

المتبعة ليست غريبة عليهم ، ولكن المخرجات اليابانية منها كانت أفضل ، أى كما عبّر عنه أحدهم أن الأدوات والأساليب المستخدمة هي نفسها إلا أن الطبخ هنا أفضل .

وهذا يعود إلى أن اليابانيين ينظرون لعملياتهم ليس بمنظور الكفاءة التشغيلية فحسب ، وإنما أيضاً بمنظور إستراتيجي يرتبط ارتباطاً قوياً بإيجاد واستمرار الميزة التنافسية ، والواقع أن القدرات الكبيرة المتاحة والمستمدة في وظيفة العمليات قد خضعت للاستخدام الأقصى في اليابان وفق شعارهم المعروف (متابعة آخر حبة قمح في الصندوق) ، ولعل ما يميز اليابانيين في هذا هو القدرة على ربط الإدارة اليومية للعمليات بشكل فعال بالإدارة الإستراتيجية ، بعد أن استطاعوا أن يدركوا بجلاء أن وظيفة العمليات قادرة بكفاءة وفعالية على تحقيق الميزة التنافسية وذلك للأسباب الآتية :

أ- أن وظيفة العمليات تمثل الاستثمار الرأسمالي الأكبر في الأرض والبناء (الموقع) والتنظيم الداخلى وحجم المصنع وعدد الآلات (السعة الثابتة) ، كما أن الموارد المستثمرة في عوامل أخرى كالمخزون وقوة العمل والمواد بكميات كبيرة - تجعل من العمليات بحق مركز الثقل والقوة الدافعة في النجاح والتفوق . والواقع أن اليابانيين قد تعاملوا مع الاستثمار الكبير في العمليات على أساسيين متكاملين ، الأول : يقوم على إبراز العمليات بما يتلاءم مع القدرات الكبيرة المستخدمة فيها ، والثاني : يقوم على أن الاستثمار الكبير في مصانع ضخمة بقدر ما ينشئ كلفاً غاطسة كبيرة (Big Sunk Costs) ؛ فإنها تفقدهم القدرة على الحركة السريعة والاستجابة الرشيقة للتغيرات في السوق والتكنولوجيا ؛ لهذا فإنهم يميلون للتصنيع المتكرر (Repetitive M.) في مصانع متوسطة ، وبلغة (دركر P.E. Drucker) فإن أسطولاً صغيراً مكوناً من مركبات ذات استقلالية وذات توازن خاص بها كنموذج لمصنع أواخر القرن العشرين - أكثر كفاءة وقدرة على تحقيق الأهداف من البارجة كنموذج لمصنع اليوم .

ب- إن العمليات أكثر ارتباطاً بالتطور التكنولوجي ؛ وذلك لأنها هي الميدان الأكثر تطبيقاً للابتكارات ونتائج البحث والتطوير (R and D) ، وبالتالي فإن التكنولوجيا بوصفها العامل الأكثر تأثيراً في تطور السلع والخدمات لابد من أن تمر من خلال العمليات ، وهذا ما استطاع اليابانيون توظيفه بكفاءة عالية كما سنوضح ذلك بعد قليل .

ج- إن العمليات تمثل المصدر الأكثر حيوية وتنوعاً فى إيجاد واستمرار الميزة التنافسية : إذا ما تمت إدارتها إدارة إستراتيجية لا تتقيد بالحدود الضيقة التى تفرضها الإستراتيجية عادة ، وإدارة تشغيلية لا تفقد أغراضها الإستراتيجية . وهذا ما استطاع اليابانيون تحقيق التوازن الفعال بينهما . ولقد قدمت الدراسات الكثيرة التى تناولت التجربة اليابانية نماذج لا حصر لها عن هذا التوازن فى توظيف إدارة العمليات اليومية وفق منظور إستراتيجى : من أجل مساهمتها فى إيجاد واستمرار الميزة التنافسية : فمتابعة التلف ليس كنسبة مئوية ، وإنما كإجزاء بالمليون وصولاً إلى التلف الصفرى ، وخفض المخزون كمصدر للشروع وصولاً إلى المخزون الصفرى ، وإزالة قانون مورفى ، حيث لا خطأ يمكن أن يستمر فى الظهور مرتين ، والقائمة تطول بالأنشطة والأعمال اليومية الكبيرة والصغيرة ، وكلها تساهم فى الميزة التنافسية التى تسعى إستراتيجية العمليات فى تحقيقها .

أما على صعيد التمييز بين القرارات الإستراتيجية التشغيلية : فقد لاحظ (ولرايت) وجود فوارق مهمة ما بين الرؤية اليابانية لسياسة العمليات الإستراتيجية عن الرؤية التقليدية فى الشركات الأمريكية : حيث إن الرؤية اليابانية توسع القرارات الإستراتيجية المتعلقة بوظيفة العمليات مقارنة بالرؤية التقليدية التى تقلصها بشكل كبير والجدول رقم (١) يوضح ذلك .

هكذا تتضح فوارق أساسية فى الرؤيتين ، فبينما الشركات الأمريكية والأوروبية ولعقود طويلة تعالج وظيفة العمليات من خلال الإدارة التشغيلية : مما يفرغها من كل دور إستراتيجى - كانت الشركات اليابانية تقدم رؤية جديدة تتمثل فى رؤية إدارة الصمولة والمسمار الملولب كفهم إستراتيجى . ومثل هذا الفهم بقدر ما يعطى وظيفة العمليات دوراً إستراتيجياً بدلاً من الدور التنفيذى - الثانوى فإنه يوفر للشركات فى المدى الطويل أهم مصادر القوة وعوامل إنشاء الميزة التنافسية ، وهذا ما يزداد الاعتراف به من قبل المختصين والممارسين لوظيفة العمليات على حد سواء .

## الجدول رقم (١) : قرارات العمليات التي تصنف وتعتبر إستراتيجية

الرؤية التقليدية في الشركات الأمريكية	رؤية سياسة العمليات الإستراتيجية في الشركات اليابانية
الإستراتيجي : - السعة . -التسهيلات . -التكامل العمودي . - عمليات الإنتاج .	الإستراتيجي : - السعة . -التسهيلات . -التكامل العمودي . - عمليات الإنتاج . - الجودة . - قوة العمل . - التخطيط والرقابة على الإنتاج .
التشغيلي (العمليات) : - قوة العمل . - الجودة . - التخطيط والرقابة على الإنتاج . - التنفيذ للتكنيكات التشغيلية المساندة .	التشغيلي (العمليات) : - التنفيذ للتكنيكات التشغيلية المساندة .

## ثانيا : نظام إنتاج الوقت المحدد :

إن نظام إنتاج الوقت المحدد نظام ياباني ، ويعزى إليه الكثير من أسباب وعوامل التفوق في التجربة اليابانية . وبسبب مزايا هذا النظام ؛ فقد سعت الشركات الأمريكية والأوروبية إلى تطبيقه ، إلا أن الشركات اليابانية لازالت هي أفضل من يطبقه ويحقق المزايا الكبيرة منه ؛ ليكون سلاحاً تنافسياً عظيماً بعد أن أظهر قدرة فائقة في التأثير على أبعاد الأداء الإستراتيجي : الكلفة ، الجودة ، المرونة ، والاعتمادية بوصفه رؤية شاملة ومتكاملة لنظام الإنتاج بمعناه الواسع بدءاً من الموردين والعمليات التحويلية والمخزون العاملين ، وصولاً إلى المنتجات النهائية والزبون الذي يمثل طلبه دالة الإنتاج في هذا النظام .

ومن دراسة هذا النظام نجد أنه يمثل فلسفة فعّالة لإزالة أشكال الهدر المختلفة : مما يجعل من هذا النظام رؤية شاملة من أجل التميز والتفوق في النظام الإنتاجي في مختلف جوانبه وطرقه وعلاقاته . ولقد حددنا (١٥) عنصراً مكوناً لهذا النظام في الفصل العاشر . ومن الواضح أن هذا النظام يمثل قلب وظيفة العمليات في الشركات الصناعية اليابانية ومصدراً قوياً لإيجاد وتجديد الميزة التنافسية : لهذا نجد أن (روبرت فوكس R.Fox) عند حديثه عن تكنولوجيا الإنتاج المثلى ورمزه (OPT) اعتبره إجابة من أجل أمريكا ، على اعتبار أن الميزة التنافسية التي يحققها نظام (JIT) يمكن مواجهتها بالمزايا التي يحققها نظام (OPT) .

والمثال الذي تقدمه شركة أومارك (Omark) الأمريكية عند تنفيذ نظام (JIT) يوضح التأثير التنافسي لهذا النظام في وظيفة العمليات ، فبعد سنة من تطبيق النظام تم خفض المخزون بنسبة (٥٠٪) ، وتخفيض المواد تحت التشغيل (٥٠٪) ، وكلفة الصنع (٦٪) ، والتلّث في الحيز الأرضي للمصنع أي حوالي (١٠٠) ألف قدم . وكانت المحصلة هي أن (أومارك) استثمرت في تطبيق النظام (٢٠٠) ألف دولار في حين كانت عوائدها في السنة الأولى اقتصاداً في كلف الاحتفاظ بالمخزون فقط مقداره (٧) ملايين دولار .

### ثالثاً : التحسينات الصغيرة والمستمرة :

إن إدارة العمليات في الشركات اليابانية تجد في التحسينات الصغيرة والمستمرة أداة فعّالة في تحقيق التفوق الإستراتيجي ، والدرس الياباني في هذا المجال يشير إلى أن هذا التفوق ليس بالضرورة نتاج الوثبات الإستراتيجية في فترات متباعدة بتدخل الإدارة العليا ، وإنما هو حصيلة أنشطة تطويرية صغيرة متراكمة مقدمة من الأدنى لإيجاد الميزة التنافسية في المدى البعيد في كلفة أقل ، جودة أفضل ، وتوريد أسرع ... إلخ .

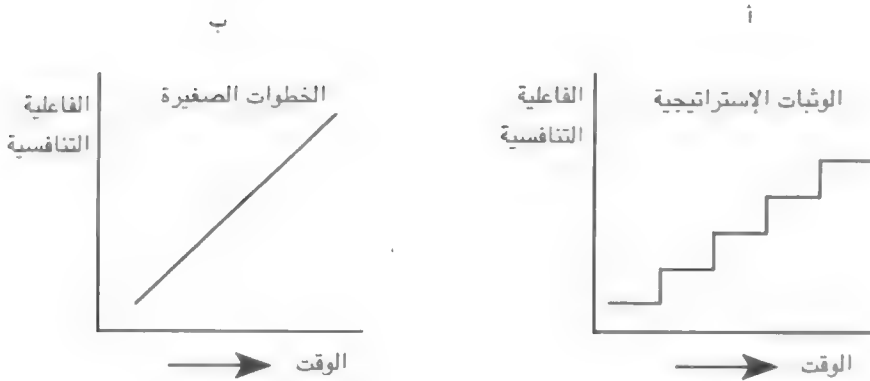
ولتوضيح ذلك نشير إلى أن رواد الإدارة العلمية في بداية هذا القرن دعوا إلى تقسيم العمل إلى عمليات صغيرة وروتينية تمكّن من تحسين الإنتاجية : لأن العمال



غير الماهرين بهذا التقسيم يتمكنون من الإنتاج بسرعة وكفاءة أعلى من الحرفى . وهذا كان يمثل المنافسة على أساس الكلفة أو السعر الأدنى . ولكن اليابانيين رفعوا هذا المبدأ وبتفاصيل وانضباط أكبر : فالمديرون اليابانيون حللوا عملية الإنتاج بدقة متناهية ، وقسموا العمل إلى حركات بأجزاء المليون من الثانية ، ووصلوا إلى السماح بالميكرون (جزء من الألف من المليمتر) ، وهذه الفكرة ببساطة تجعل كل شيء مدروساً وبالتفصيل ، وكل شيء مهما كان صغيراً فهو مصدر للتحسين . وقد قاد هذا الاهتمام بالتفاصيل إلى أسس مهمة فى نظام الوقت المحدد (Just-In-Time) والإنتاج المؤتمت .

وإذا ما استخدمنا التمثيل الذى أورده (هايس R.H.Hayes) ، وكما هو واضح فى الشكل (٢-١) فإن التقدم فى المنافسة يتم بطريقة الوثبات الإستراتيجية المتباعدة ، أما فى الشكل (٢-ب) فإن التقدم يكون بخطوات صغيرة فى التحسينات ، والسؤال : أى الأسلوبين هو الأفضل ؟

الشكل رقم (٢) : التقدم فى المنافسة



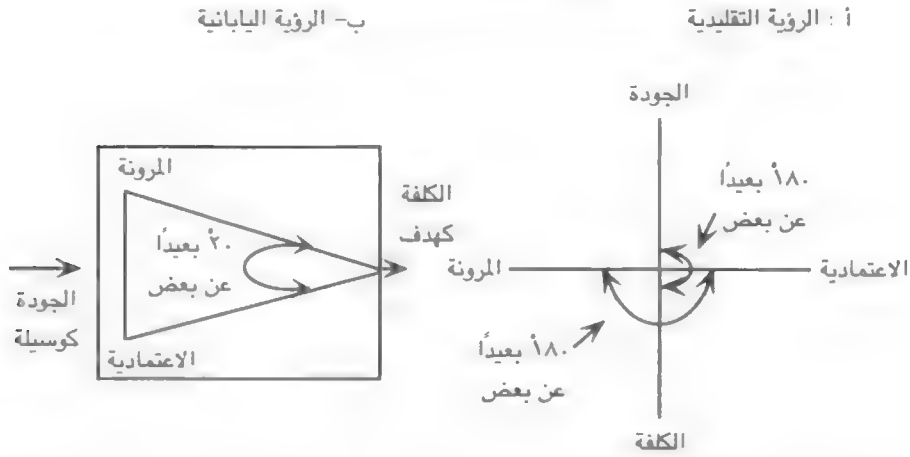
رغم أن كليهما قد يصلان إلى نفس النقطة في التقدم ، إلا أن الوثبات الإستراتيجية تتطلب نفقات كبيرة ومخاطر عالية ، وتتطلب كما يقول هابس (أناساً محظوظين) مع فهم محدود للتفاصيل وخبرة أقل فيها . أما الخطوات الصغيرة فإنها تتطلب موارد أقل ، ولكن تستلزم خبرة في مستويات أدنى وتحسينات مستمرة وطويلة الأمد ، وهذا ما يبرز في التجربة اليابانية مقابل إدارة الوثبات الإستراتيجية في التجربة الأمريكية وإليها يعزى (هابس) الإخفاقات المهمة في مجال العمليات .

لاحظ (هابس) مبكراً ومن خلال الزيارات الميدانية للمصانع اليابانية : أن اليابانيين حققوا المستوى الراهن من التصنيع الممتاز من خلال عمل أشياء بسيطة بشكل جيد ومن الأدنى ، وهذا هو مضمون المثل الياباني : «أن المسمار الذي ينتئ من الأعلى يتم دقه من الأسفل» وهذا ما جعل اليابانيين بحق خبراء المستوى الجزئى وينتقلون بكفاءة إلى الميزة التنافسية على المستوى الكلى .

#### رابعاً : اتساق أبعاد الأداء في إستراتيجية العمليات :

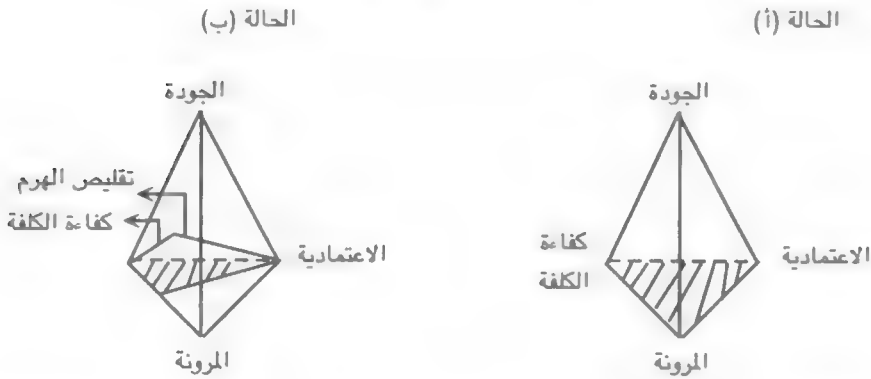
إن النظرة التقليدية لأبعاد الأداء (الكلفة ، الجودة ، الاعتمادية ، والمرونة) تقوم على وجود نمط من المبادلات الذى يجب أن تخضع له وظيفة العمليات ؛ فهذه الأبعاد متنافسة ومتعارضة ، وأن التقدم نحو الكلفة (كلفة أدنى) سيكون ابتعاداً عن الجودة ، وكذلك الاقتراب من الاعتمادية (نمطية أعلى) سيكون ابتعاداً عن المرونة (تنوع أكبر) ، إلا أن اليابانيين وفق نظرتهم الجديدة لا يجدون مبرراً منطقياً لهذه الخيارات أو المبادلات الزائفة . إن الشكل رقم (٣-أ) يوضح الرؤية التقليدية التى تكشف الاقتراب من أحد الأبعاد سيعنى ابتعاداً عن بعد آخر ، فى حين أن الرؤية اليابانية تكشف عن معالجة أكثر اتساقاً وتقارباً فى الأبعاد ؛ لأن الجودة (بدون تلف أو بمواصفات أعلى) ستجعل الكلفة أقل ، كما أن المرونة فى حدود معينة (كما فى تكنولوجيا المجاميع GT) تحافظ على الاعتمادية بدرجة عالية .

## الشكل رقم (٣) : أبعاد الأداء



يعبر عن ذلك (ديلورث J.B.Dilworth) من خلال شكل الهرم مؤكداً في الحالة (i) أن الشركات يمكن أن تقصر أحد أضلاع الهرم التي تمثل أبعاد الأداء في إستراتيجية العمليات ، أما في الحالة (ب) فإنه يمثل سعى اليابانيين لتحقيق كل الأبعاد من خلال تقليص أو تغيير الهرم كله بما يقرب الأبعاد من بعضها (انظر الشكل رقم ٤) .

## الشكل رقم (٤) : الأبعاد الأربعة في حالتين

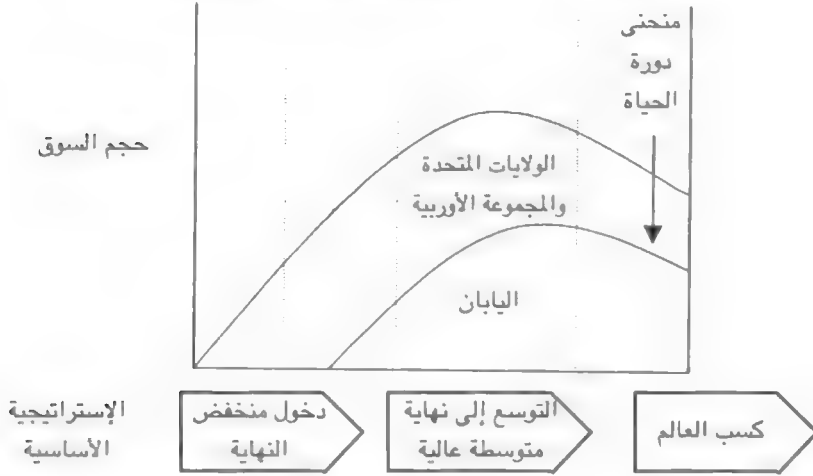


### خامساً : من المحلي إلى العالمى :

إن الخبرة العميقة فى إدارة العمليات تكشف عن أبعاد مهمة فى أنماط الإنتاج كالإنتاج حسب الطلب ، والإنتاج حسب الوجبة ، والإنتاج الواسع ، ومن ثم المستمر ، وهذه الأنماط تتدرج بالعلاقة مع بعدين أساسيين : الحجم أى اقتصاديات الحجم ، والتنوع فى المنتجات أى اقتصاديات النطاق ، وهذا المصطلح الأخير قدمه (جولدهار J.Goldhar) عام ١٩٨٢م مشيراً إلى أن من الأكفأ أن تنتج نفس المعدات مجموعة متنوعة من المنتجات .

وإذا ما نظرنا إلى دورة حياة المنتج نجد أن مراحل هذه الدورة تتبع هذه الأنماط جميعاً ، وهذا لم يعد جديداً فى خبرة إدارة العمليات ، إلا أن ما أضافه اليابانيون فى استخدام هذه الدورة يتمثل فى جانبين : الأول يتعلق بتقليص دورة حياة المنتج بمرحلة إدخال ذات نهاية منخفضة ونمو أسرع : وصولاً إلى نهاية متوسطة أو عالية أسرع أيضاً : بما يقلص دورة حياة المنتج كلها ، وهذا ينسجم مع عصر التنوع فى السوق ، وما يتطلبه من تقليص دورة المنتج والشكل رقم (٥) يوضح ذلك ، والجانب الثانى : يتمثل فيما نسميه بالدورة الجغرافية للانتقال من المحلي (السوق الداخلية) إلى الإقليمية (السوق الآسيوية) وهذا ما يغطى مرحلتى الإدخال والنمو (القصيرتين) ، ومن ثم إلى الأسواق العالمية (وبشكل خاص فى الأسواق الأمريكية والأوروبية التى تمثل مجالات المنافسة المتقدمة ) ، ويتم ذلك فى مرحلة النضوج : حيث المنتج وخصائصه الفنية والوظيفية ، ومن حيث الكلفة والاعتمادية والجودة فى الدورة ، والشكل رقم (٦) يوضح هذه الدورة .

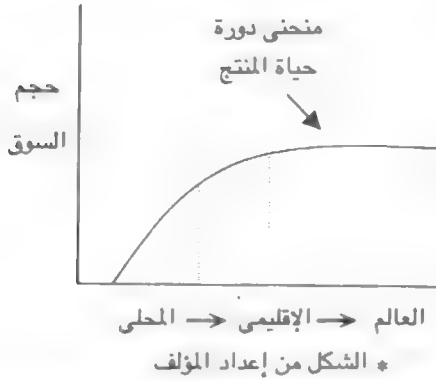
## الشكل رقم (٥) : اليابانيون يكسبون الإستراتيجيات



المرحلة الأخيرة : علامة تجارية قوية ، لاسعر تنافسي ، الإنتاج عبر البحار ، استمرار الابتكار .

انظر : K.Ohmae, The Mind of The Strategist, McGraw-Hill Co.N.Y. 1982. PP112-3.

## الشكل رقم (٦) : من المحلي إلى العالمي (الدورة الجغرافية)



- إن دورة حياة المنتج دورة تصميم ، تصنيع ، تسويق ، وإعادة ابتكار لإطالة الدورة ، وهذه تتطور مع تطور حجم السوق وهذا ما يعيه اليابانيون جيداً .

## سادساً : النظرة طويلة الأمد :

اليابانيون يعملون من أجل التفوق في المدى البعيد : لهذا فإنهم يديرون شركاتهم بنظرة طويلة الأمد ، كما يهتمون باستثماراتهم طويلة الأمد وبعلاقات مدى الحياة بعمالهم ومورديهم وزبائنهم ، والصورة التي يطرحها (بنيامين تريجو B.Tregoe) توضح جانباً مهماً من هذه النظرة من خلال عائد الاستثمار (ROI) : حيث إن هذا العائد يساوي الربح (البسط) على الموارد المستثمرة (المقام) ، فبينما الشركات الأمريكية وفق نظرة قصيرة الأمد تركز على (البسط) ، أى زيادة الربح كموشر أساسي في أدائها : فإننا نجد أن اليابانيين يجددون آلتهم بطريقة أفضل (من خلال هذه الاستثمارات) بما يحقق زيادة الإنتاجية وتحسين الجودة وبالتالي أقصى الربح . وهذا يفسر حقيقة أن متوسط عمر المصانع والمعدات اليابانية هو نصف نظيره في الولايات المتحدة التي يبلغ المتوسط فيها (٢٠) سنة .

ولعل مما يفسر هذا الاتجاه الياباني هو أن حملة الأسهم الأساسيين للشركات اليابانية ليسوا هم الأفراد الذين يعينهم العائد السريع على استثمارهم ، وإنما هم شركات أخرى : حيث إن الأفراد يحتفظون بأقل من (١٠٪) من الأسهم في (٩٧٪) من الشركات المصنفة على القسم الأول لبورصة طوكيو ، والذي يتكون من (١٠٠٥) من كبرى الشركات اليابانية ، وكما يشير (A.Weiss) فإن المصرف الذي يملك أسهماً في إحدى الشركات التي هي من زبائنه قد يفضل أن يرى الشركة - الزبون تتوسع في شراء معدات أكثر وزيادة قرضها من المصرف بدلاً من توظيف عمال أكثر حتى إذا كان النشاط الأخير أكثر ربحية للشركة . والواقع أن هذا الميل إلى تجديد الآلات بسرعة أكبر من المنافسين جعل اليابانيين أكثر تبنياً للتكنولوجيا الجديدة وأنظمة الإنتاج الحديثة ، وفي مقدمتها التصنيع المتكامل بالحاسبة (CIM) الذي يراه البعض مع نظام الوقت المحدد (JIT) ورقابة الجودة الشاملة (TQC) - أسلحة للاختيار الإستراتيجي .

وهناك الاستخدام مدى الحياة : حيث يوجد حوالي (٢٠٪) من العاملين في الشركات اليابانية يخضعون لهذا الأسلوب في الاستخدام . وهذا بقدر ما يضمن الولاء الطويل الأمد لدى العاملين ، فإنه يتيح فرصة مهمة لأسلوب التدريب مدى الحياة ، كما

أنه من جهة أخرى يوجد ما أسماه (دركر) "روح المصنع الياباني"، وكذلك ما يجعل المصانع اليابانية أقل عرضة لمقاومة التغيير. ولا شك في أن الاستخدام مدى الحياة ينسجم مع الدور الإستراتيجي لوظيفة العمليات حيث العمال في خطوط الإنتاج الساخنة هم خبراء الكفاءة كمصدر إضافي للخبرة والتطوير والابتكار. واليابانيون يستخدمون مصداً مهمة لمواجهة الكلفة التي يتحملونها جراء الاستخدام مدى الحياة، المصدر الأول يتمثل في تدوير العمال وتدريبهم على المهارات المتعددة: بما يسهل إلغاء الأعمال الزائدة عند إدخال الأنظمة والتكنولوجيا الحديثة، والمصدر الثاني: العمال المؤقتون وهم المكوّن الحاسم في الجدوى التشغيلية لأسلوب الاستخدام مدى الحياة: لأنهم آخر المستخدمين وأول المطرودين، والمصدر الثالث تمثله المرأة التي يتم الاستغناء عنها في فترة الكساد: من أجل حماية الاستقرار الوظيفي للرجال.

كما أن اليابانيين يعملون على تطوير علاقات طويلة الأمد مع الموردين، وتعد مثل هذه العلاقات من العناصر الأساسية في نظام الوقت المحدد (JIT): لهذا فإن الشركات تقدم المساعدات المالية والفنية للموردين: من أجل ضمان علاقة مستقرة طويلة الأمد. كما أن اليابانيين يولون أهمية للعلاقة بالزبون، ولعل هذا يفسر جانبين مهمين في إستراتيجية العمليات في اليابان الأول: الميل إلى التكامل العمودي القوي إلى الأمام باتجاه قنوات التوزيع، وهم في هذا يتفوقون على الشركات الأمريكية والأوروبية الذين يهتمون بالتكامل العمودي إلى الخلف، والثاني: أن القرب من الزبون يساعد على فهم حاجاته وقيمه: من أجل تصنيع أفضل للمنتجات الموجهة لتلك الحاجات، وهذا الأخير بحد ذاته يمثل مجالاً فعالاً بالنسبة لليابانيين لإيجاد الميزة التنافسية من خلال المرونة (التنوع) في التصنيع. ولقد قدم (ستالك JR, G.Stalk) مقارنة مهمة: حيث أشار إلى أن الشركات الأمريكية تتبنى إستراتيجية تقوم على الحجم والتركيز فهي قد تنتج (١٠) ملايين سيارة تقدم منها (١١) نوعاً في مقابل الشركات اليابانية التي هي أصغر وأقل تركيزاً، فتنتج (٣,٥) مليون سيارة من (٣٥) نوعاً من المنتجات النهائية، أي الثلث في الحجم وثلاث مرات في تنوع المنتج.

وأخيراً فإن النظرة طويلة الأمد تظهر قوة وفعالية في الاستثمار في البحث والتطوير (R&D). ولقد أشار (سكوت B.R.Scott) في تفسير الفاعلية اليابانية إلى

أن الولايات المتحدة تراجعت في (١٦) فئة من فئات البحث والتطوير مقابل تراجع اليابان في ثلاث منها فقط . وهذا في رأي (سكوت) يفسر صادرات اليابان إلى الولايات المتحدة المتمثلة في السلع الصناعية والإلكترونيات كقطاع يحقق أكبر فائض قيمة مقابل الصادرات الأمريكية التي تتمثل بالأرز والقمح والفواكه والحديد والفحم والألمنيوم (كمواد أولية) .

### سابعا : الشركة الخلاقة للمعرفة :

في عالم الأعمال حيث المؤكد هو فقط عدم التأكد : فإن المورد المؤكد الوحيد للميزة التنافسية هو المعرفة ، فعندما تتحول الأسواق وتتطور التكنولوجيا والمنافسون يتضاعفون والمنتجات تصبح متقدمة بين ليلة وضحاها - فإن الشركة الناجحة هي تلك التي تنشئ بشكل منسق المعرفة الجديدة ، وتجسدها بسرعة في تكنولوجيا ومنتجات جديدة . إن هذه الأنشطة هي التي تحدد الشركة الخلاقة للمعرفة الشركة التي عملها الرئيسي هو الابتكار المستمر .

وكما يقول (إيكوجيرونوناكا I.Nonaka) إن الجميع يتحدث عن القوة الدماغية (Brainpower) ورأس المال الذكائي ، والقليل من المديرين يدرك الطبيعة الحقيقية للشركة الخلاقة للمعرفة ناهيك عن معرفة كيفية إدارتها ، ففي تقاليد الإدارة الغربية من (فردريك تايلور F.W.Taylor) وحتى (هربرت سايمون H.Simon) : فإن المتأصل العميق هو رؤية المنظمة كآلة لمعالجة المعلومات . وحسب هذه الرؤية التقليدية فإن المعرفة المفيدة هي فقط البيانات الرسمية النظامية والصلبة التي تقرأ كميًا والطرق المرمزة والمبادئ العامة ، وإن المصفوفة الرئيسية لقياس قيمة المعرفة الجديدة هي بنفس الشاكلة تعتمد على عوامل كمية صلبة مثل : زيادة الكفاءة ، الكلفة الأقل ، وتحسين عائد الاستثمار . وفي المقابل هناك طريقة أخرى للتفكير حول المعرفة ودورها في منظمات الأعمال ، وهي موجودة في أغلب الشركات اليابانية مثل هوندا وميتسوبيشي و (NEC) وشارب وكاو (Kao) ، وهذه الشركات أصبحت معروفة بقدرتها على الاستجابة السريعة والملائمة للزبائن ، وإيجاد الأسواق الجديدة وسرعة تطوير المنتجات الجديدة والسيطرة على التكنولوجيا الأحدث ، وأن سر نجاحها هو مدخلها الفريد إلى إدارة إنشاء المعرفة الجديدة .



إن النقطة المركزية في المدخل الياباني هي أن إيجاد المعرفة الجديدة ليس ببساطة مادة لمعالجة المعلومات الموضوعية ، بل إنها تعتمد على الفهم الداخلي (الباطني) وأكثر الأحيان وبدرجة عالية على رؤى ذاتية حدسية للعاملين ، والأهم هو جعل تلك الرؤى متاحة للاختبار والاستخدام من قبل الشركة كلها . والمفتاح الأساسي لهذه العملية هو الالتزام الشخصي وحس العاملين بالهوية والانتماء للشركة ورسالتها . وهذا يفسر لماذا لا يعد ابتكار المعرفة الجديدة في الشركة الخلاقة للمعرفة نشاطاً متخصصاً لإدارة البحث والتطوير أو التسويق أو التخطيط الإستراتيجي ، وإنما هو طريقة سلوك وأسلوب حياة وكل واحد فيها هو عامل معرفة أو قل إنه منظم .

ولتوضيح أبعاد هذه المفاهيم في الممارسة نشير إلى بعض الأمثلة . ففي عام ١٩٨٥م كان مطورو المنتج في شركة (ماتسوشيتا) قد عملوا بدأب على آلة صنع الخبز المنزلي ، ولكنهم واجهوا مشكلات في الوصول إلى الآلة التي تعمل الخبز بشكل صحيح ، فرغم جهودهم فإن قشرة الرغيف كانت مطبوخة أكثر ، أما داخل الرغيف فلم يكن مطبوخاً بشكل جيد ، وقد استنفد العمال جهودهم في تحسين الرغيف في ألتهم باستخدام أشعة (x) وبخبارزين محترفين دون الحصول على نتائج ذات قيمة ، وأخيراً فإن مطورة البرمجيات (تانাকা I.Tanaka) اقترحت حلاً خلافاً هو أن فندق أوساكا الدولي ذا سمعة طيبة في صنع أفضل الأرغفة ، فلما لا يستخدم كنموذج ؟ وبدأت (تانাকা) نفسها التدريب مع الخباز الرئيسي في الفندق ، ودرست أسلوبه في العجن ، ولاحظت أن لديه طريقة متميزة في مد العجينة ، وبعد سنة من المحاولة والخطأ والعمل بالقرب من مهندسى المشروع جاءت (تانাকা) بمواصفات المنتج مع إضافة دعائم جديدة في الآلة التي تعيد الإنتاج بنجاح بأسلوب الخباز الرئيسي : فكانت النتيجة هي : طريقة العجينة الثنائية الفريدة لماتسوشيتا . إن ابتكار (تانাকা) يتمثل في نقل الخبرة الضمنية (للخباز الرئيسي) المتجذرة بعمق في النشاط وفي التزام الفرد في سياق خاص من المهنة أو الحرفة والتي هي صعبة الصناعة والتوصيل إلى الآخرين ، وتحويلها إلى معرفة صريحة قابلة للفهم والاستخدام من قبل العاملين في الشركة : لتكون فيما بعد جزءاً من المعرفة الضمنية للشركة .

والمثال الآخر هو شعار (نظرية تطور السيارة) لشركة (هوندا Honda) تأكيداً على أن الآلة - السيارة هي كائن حي يتطور ، وفي هذا السياق تم تشكيل فريق في الشركة كان عليه أن يطور سيارة جديدة تختلف عما هو موجود فيها . وقد واجه الفريق هذا التحدي الغامض المتمثل في نظرية تطور السيارة ، فإذا كانت السيارة كائناً حياً ، إذن كيف يجب أن يتطور ؟ وهذا نجد إجابته لدى أعضاء الفريق فيما سُمي بالرجل الأقصى - الآلة الأدنى ، ولعاجة ما يدعى تبرير ديترويت (Reasoning of Detroit) في أن تكون السيارة مريحة في المظهر : فقد جسّد الفريق ذلك في السيارة القصيرة (في الطول) وبشكل متزامن مع أن تكون طويلة (في الارتفاع) ، وهذه ستكون مشرقة ولكن رخيصة : ليخرج المشروع بما هو معروف في اليابان بسيارة الولد الطويل ؛ حيث إنها قصيرة في الطول وطويلة في الارتفاع .

إن الدرس الأساسي للمديرين من كل هذا هو أن الكثير من المنتجين حول العالم تعلّموا من اليابانيين أساليب التصنيع ، كما تعلّم اليابانيون قبل ذلك من الغرب أفضل ما لديه ، وأن أية شركة ترغب أن تتنافس على أساس المعرفة يجب أن تتعلم من الأساليب اليابانية لإنشاء المعرفة كما يقول (نوناكا) في موضوعه عن الشركة الخلاقة للمعرفة .

### ثامنا : محاسبة الكلفة بُعد آخر :

ثمة مراجعة عميقة لأسس ومفاهيم محاسبة الكلفة : وذلك لأسباب كثيرة منها التغيرات الكبيرة في تركيبة الكلف في المصنع . فبعد أن كانت كلفة العمل المباشر كنسبة من القيمة المضافة في بداية هذا القرن حوالي (٤٠٪) ، وازدادت نسبياً إلى (٤١-٤٢٪) في عام ١٩٤٥م لتتخفّض مع الستينيات إلى ما يقرب من (٢٠٪) ؛ ثم تنخفض مع الأتمتة في الوقت الحاضر إلى (٤٪) وفي بعض المصانع إلى (١٪) فقط ، إلا أنه من جانب آخر ، فإن محاسبة الكلفة في التجربة اليابانية رغم قلة الدراسات الميدانية المنشورة عنها : كشفت عن الحاجة إلى القيام بأدوار جديدة في محاسبة الكلفة : بما يضيف عليها دوراً إستراتيجياً في خدمة العمليات (التصنيع) . ففي دراسة مهمة قام بها (هيروموتو T.Hiromoto) أشار إلى أن هناك دوراً مؤثراً للمحاسبة أكثر من دور المعلومات : فالمديرون اليابانيون لا يهتمون كثيراً بنظام تخصيص الكلف

غير المباشرة (Overheads) بقدر اهتمامهم كيف أن النظام يعكس أسبقيات خفض الكلفة من قبل مديري المستوى المتوسط والعمال في خطوط الإنتاج .

وإذا كنا قد تحدثنا في الفقرة السابقة عن أهمية التنوع كأساس في التقرب من الزبون ، وإذا كانت أيضاً اقتصاديات الحجم تؤدي إلى استخدام الأجزاء والعمليات النمطية : مما يؤدي إلى الكلف القياسية ، فإن (هيروموتو) في دراسته للشركات اليابانية يشير إلى أن الكلف القياسية تعكس العقلية الهندسية والإدارة القائمة على البعد التكنولوجي ، وهذا بالنسبة للشركات اليابانية أقل أهمية من أن تكون قادرة وبكفاءة على تحقيق النجاح الأقصى في السوق . وهكذا يرى (هيروموتو) أن الشركات اليابانية تقول ( Good - Bye to Standard Cost ) بوصفها مرحلة ثلاث الإنتاج الواسع النمطى ، ولا تلائم الإنتاج المتنوع الأكثر ارتباطاً بالزبون .

واستكمالاً للتحليل نشير إلى النقد الذى وجهه (بيتر دركر) إلى محاسبة الكلفة التقليدية (التي يرى أنها تقوم على حقائق العشرينيات من هذا القرن عندما كان عمل العمال ذوى الياقات الزرقاء يمثل (٨٠٪) من كلف التصنيع مع المواد الأولية ، وبأنها تشبه المزلّة أو الساعة الشمسية التى تظهر ساعات الوقت عندما تشرق ، ولكن لاتعطى معلومات فى اليوم الغائم أو فى الليل ، وهذا ينطبق على محاسبة الكلفة التقليدية التى تقيس كلف الإنتاج ، إلا أنها تتجاهل كلف الإنتاج سواء تلك الناتجة عن تعطل الآلة أو عن تلف المنتجات أو عن إعادة العمل .

وبعد فإن التجربة اليابانية لازالت قيد الدرس والتحليل ؛ من أجل الكشف عن جوانب جديدة تفسر المزيد من أبعاد وأسباب التفوق الياباني ، والذي كانت إستراتيجية العمليات - كما أوضحنا فى الفقرات السابقة - أساساً قوياً وفعالاً وطويلاً الأمد فى إيجاد واستمرار الميزة التنافسية فى الشركات اليابانية . وسنحاول فى الفقرة التالية مقارنة التجربة اليابانية مع التجارب المتقدمة الأخرى فى أمريكا الشمالية وأوروبا بالاعتماد على الأسبقيات التنافسية وخطط النشاط فى الشركات .

## ٢- الأسبقيات التنافسية :

إن الأسبقيات التنافسية (Competitive Priorities) تمثل طريقة مفيدة لتحديد اتجاهات الشركات الكبرى والمراكز الصناعية في العالم والمقارنة فيما بينها . ولقد أشار (أدم وايبيرت Ebert & Adam) إلى المسح الذي أجرى في عام ١٩٨٦م حول الأسبقيات التنافسية في السنوات (١٩٨٣م) و (١٩٨٤م) و (١٩٨٥م) ، وشارك فيه المديرون التنفيذيون من أوروبا وأمريكا الشمالية واليابان : فظهر فيه أن الأمريكيين الشماليين يعكسون التأكيد على الأسبقيات : الجودة ، الأداء ، الخدمة ، وهذه الأسبقيات نفسها أكدها المديرون التنفيذيون الأوروبيون في حين أن اليابانيين يهتمون أكثر بالسعر ، السرعة (سرعة الاستجابة) ، والمنتجات الجديدة ، والجدول رقم (٧) يوضح هذه الأسبقيات .

الجدول رقم (٧) : الأسبقيات التنافسية مرتبة حسب الأهمية

اليابان	أمريكا الشمالية	أوروبا
١- الأسعار الأقل (١) (١) (١)	١- الجودة المتسقة (١) (١) (١)	١- الجودة المتسقة (١) (١) (١)
٢- تغييرات التصميم السريعة (٢) (٢) (٢)	٢- منتجات ذات أداء عالٍ (٢) (٢) (٢)	٢- منتجات ذات أداء عالٍ (٢) (٢) (٢)
٣- الجودة المتسقة (٢) (٣) (٣)	٣- التسليمات المعتمد عليها (٢) (٣) (٣)	٣- التسليمات المعتمد عليها (٢) (٣) (٢)
٤- التسليمات المعتمد عليها (٥) (٤) (٤)	٤- الأسعار الأقل (٥) (٥) (٦)	٤- التسليمات السريعة (٥) (٦) (٦)
٥- التسليمات المعتمد عليها (٦) (٦) (٦)	٥- التسليمات السريعة (٤) (٤) (٤)	٥- الأسعار الأقل (٦) (٥) (٥)
٦- منتجات ذات أداء عالٍ (٤) (٤) (٤)	٦- تغييرات التصميم السريعة (٧) (٥) (٧)	٦- تغييرات التصميم السريعة (٦) (٥) (٥)
٧- التسليم السريع (٧) (٧) (٨)	٧- خدمات ما بعد البيع (٦) (٧) (٥)	٧- خدمات ما بعد البيع (٧) (٨) (٨)
٨- خدمات ما بعد البيع (٨) (٨) (٧)	٨- تغييرات الحجم السريعة (٨) (٨) (٨)	٨- تغييرات الحجم السريعة (٨) (٧) (٧)

ملاحظة : إن الأرقام في الأقواس تؤثر على الأسبقيات التنافسية في السنوات (١٩٨٣م) (١٩٨٤م) و (١٩٨٥م) على التوالي .

وفى مسح آخر حول مستقبلات التصنيع أُجرى عام ١٩٩٠ م ، وشارك فيه المديرون التنفيذيون من (١٨٤) شركة كانت نتائجها تؤثر على التغييرات ذات الدلالة فى الأسبقيات التنافسية ونتائج خططها - ظل التأكيد على الجودة مسيطراً ، ومن ثم المنافسة على السعر ، وتطوير المنتجات الأسرع يصبح أكثر أهمية . أما خطط الأنشطة العشرة فهى تتغير أيضاً . ويوضح الجدول رقم (٨) خطط الأنشطة العشرة الأكثر أهمية ويلاحظ أن المديرين الأمريكيين يركزون على تحسين الجودة ، وتكامل أنظمة المعلومات فى التصنيع . فى حين أن الأوروبيين يركزون على : تحفيز العاملين ، أنظمة الرقابة على الإنتاج والمخزون ، وأتمتة الأعمال . أما اليابانيون فإن خططهم تركز على أنظمة التصنيع المرن (FMS) ، دوائر الجودة ، وأنظمة الرقابة على الإنتاج والمخزون .

### الجدول رقم (٨) : خطط الأنشطة العشرة الأكثر أهمية

اليابان	أمريكا الشمالية	أوروبا
- أنظمة التصنيع المرن (١)	- رقابة العملية الإحصائية (٧)	- تحفيز العمل المباشر (٣)
- دوائر الجودة (٣)	- التلف الصفري ( )	- أنظمة الرقابة على الإنتاج والمخزون (٤)
- أنظمة الرقابة على الإنتاج والمخزون (٤)	- جودة البائع (٢)	- أتمتة العمل (٢)
- أتمتة العمل (٢)	- تحسين القدرة على إدخال منتجات جديدة ( )	- تكامل أنظمة المعلومات فى التصنيع (١)
- خفض وقت التوريد (٩)	- أنظمة الرقابة على الإنتاج والمخزون (١)	- تدريب المشرفين
- تطوير التشغيل الجديد لمنتجات جديدة (٢)	- الرقابة الإحصائية على المنتج ( )	- إعادة تنظيم عمليات التصنيع (١٠)
- خفض وقت الإعداد (١٠)	- تكامل أنظمة المعلومات فى التصنيع (١)	- تكامل أنظمة المعلومات عبر الوظائف (٧)
- تحفيز العمل المباشر (٨)	- تطوير التشغيل الجديد لمنتجات جديدة (١٠)	- تحديد إستراتيجية التصنيع (١١)
- سلامة العامل (٦)	- تحفيز العمل المباشر (٨)	- خفض فترة التوريد (١٢)
- إعطاء العامل مدى أوسع من المهام ( )	- خفض وقت التوريد	- جودة البائع (٥)

\* إن الأرقام فى الأقواس تؤثر على تدرج الخطط حسب الأولوية عام ١٩٨٥ م ، والقوس الفارغ يؤثر على أن تدرج الأهمية أكبر من (١٢) .

## المراجع :

### أولاً : الكتب

- ١- للاطلاع على تطور الاهتمام بإستراتيجية العمليات يمكن الرجوع إلى :  
 - أثيلة ياسين العزاوي "إستراتيجية العمليات" رسالة دكتوراه مقدمة لكلية الإدارة والاقتصاد / جامعة بغداد ، (غير منشورة ، بغداد ، ١٩٩٢م) .  
 - نبيل حنا قاشات "إستراتيجية العمليات وتعزيز الإستراتيجية التنافسية" رسالة ماجستير مقدمة إلى كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة بغداد (غير منشورة ، بغداد ، ١٩٩١م) .
- ٢- ريتشارد ب . باسكال وأنتوني ج أثوس "فن الإدارة اليابانية" ترجمة حسن محمد ياسين ، معهد الإدارة العامة ، الرياض ، ١٩٨٦م) .
- ٣- وليم ج . أوتشي "النموذج الياباني في الإدارة : نظرية Z" ترجمة حسن محمد ياسين ، معهد الإدارة العامة ، الرياض ، ١٩٨٥م .
- 4- E.Adam Jr., and R.J.Ebert , Production and Operations Management , Printice -Hall of India Privat Lmd , New Delhi . 1993
- 5- J.Browne et al., Production Management Systems, Addison - Wesley Publishing Co. Wokingham . 1988
- 6- J.B.Dilworth , Production and Operations Management , McGraw - Hill Co. NewYork.1989
- 7- J.B.Donnelly , Jr. et al., (Editors). Prospective on Management ,Universal Book Stall , New Delhi . 1988
- 8- R.G.Schroeder , Operations Management , McGraw Hill - Book Co . New York. 1989
- 9- W.J.Stevenson, Production / Operations Management , Homewood, Boston 1990 .

- 10- S.C.Wheelwright . Competing through Manufacturing , in : R.Wild (Ed), International Handbook of Production and Operations Management , Cassel Educational Ltd. . London .1989.

### ثانيا : الدوريات

- 1- D.A.Garvin and R.B.Chase, The Service Factory , HBR . July-August 1989.
- 2- P.F.Drucker, The Emerging Theory of Manufacturing ,HBR . May-June 1990.
- 3- P.F.Drucker, What We Can Learn From Japanese Management , HBR . March-April 1971.
- 4- E.A.Haas, Breakthrough Manufacturing ,HBR . March-April ,1987.
- 5- R.H.Hayes , Why Japanese Factories Work , HBR. July-August .1981.
- 6- T.Hiromoto , Another Hidden Edge: Japanese Management Accounting , HBR. July-August .1981
- 7- S.M.Lee and M.Ebrahimpour ,Just-In-Time , Management Decision ,Vol. 25 No.6 . 1987 .
- 8- J.K.Johansson and I.Nonaka ,Market Research , The Japanese Way ,HBR . May-June1987 .
- 9- J.Macdonald , The Japan of Europe : Which Country Will Learn the Title ? , Management Decision ,Vol. 25. No.1. 1987 .
- 10- A.Miedan ,Handbook of Business Policy . Management Decision , Vol. 24. No.4. 1987 1986.
- 11- J.G.Miller and E.Vollman , The Hidden Factory ,HBR . Sep-Oct 1985.
- 12- I.Nonaka , The Knowledge -Creating Company . HBR. Nov-Dec. 1991.
- 13- B.R.Scott , Competitiveness : Self-help for a Worsening Problem , HBR . July- August , 1987.

- 14- W.Skinner , What Matter to Manufacturing , HBR .Jan-Fab .1988.
- 15- G.Stalk , JR , Time- The Next Source of Competitive Advantage , HBR July-August, 1987.
- 16- S.C.Wheelwright , Japan Where Operations Really are Strategic , HBR. July-August .1981.
- 17- A.Weiss, Simple Truths of Japanese Manufacturing , HBR.July-August 1984.





## الفصل الثاني : إدارة المشروعات : النماذج الشبكية

١-٢- المدخل

٢-٢- من المخططات إلى الشبكيات

٣-٢- بناء الشبكيات

٤-٢- إيجاد المسار الحرج

٥-٢- تحديد أوقات البدء الأبعد والانتهاء الأبعد

٦-٢- تحديد أوقات البدء والانتهاء الأكثر تأخيراً

٧-٢- الأوقات الفائضة

٨-٢- توزيعات الوقت الاحتمالية / بيرت

٩-٢- شبكيات بيرت / الكلفة

١٠-٢- مزايا ومحددات شبكيات بيرت / المسار الحرج

١١-٢- استخدام الحاسبة في شبكيات الأعمال

الأسئلة

التمارين

المراجع



## ٢-١- المدخل :

تعتبر النماذج الشبكية (Network Models) أداة وصفية - تحليلية فعالة في إدارة المشروعات ؛ حيث إن المشروعات الجديدة المتوسطة والكبيرة تتألف من عدد كبير من الأنشطة المتداخلة والمعقدة ، وتتطلب أساليب كفنة تمكن صانع القرار (أى مدير المشروع) من تخطيط وجدولة أنشطة المشروع والرقابة عليها بما يضمن أفضل استغلال للموارد المتاحة .

تتألف النماذج الشبكية من مجموعة من الأساليب التى ابتدأ تطويرها منذ عام ١٩٥٧م ، ووضعها فى مواقع مختلفة ولأسباب متنوعة وفى مشروعات متباينة ، ورغم تعدد هذه الأساليب وتباين أسمائها إلا أنها متشابهة فى مكوناتها الأساسية ، ومن هذه الأساليب الشبكية : طريقة المسار الحرج (CPM) ، أسلوباً تقييم ومراجعة المشروعات (PERT) ، نظام معلومات معولية البرامج للإدارة (PRISM) ، طريقة تقييم البرامج (PEP) ، طريقة تخطيط ورقابة الإدارة المتكامل (MPACT) ، الجدولة والرقابة من خلال الأنظمة الشبكية آلية التحكم (SCANS) .

يعتبر أسلوب بيرت وطريقة المسار الحرج من أكثر الأساليب الشبكية استخداماً فى الوقت الحاضر ؛ حيث يلائم هذان الأسلوبان مشكلات الأعمال المختلفة . والواقع أن المشروعات التى يمكن استخدام النماذج الشبكية فيها لا تقتصر على مشروعات البناء (كالأبنية أو الجسور أو الطرق ... إلخ) ، وإنما هى تتسع لتشمل مشروعات البحث والتطوير ، إدخال المنتجات الجديدة ، إدخال نظام معلومات جديد على الحاسبة ونظام حوافز جديد .. إلخ ، ولعل فى تعدد الاستخدامات ما يفسر الانتشار الواسع للنماذج الشبكية التى يمكن استخدامها فى ظروف أو حالة التأكد (أوقات الأنشطة التى يتكون منها كل مشروع تكون معلومات مؤكدة) ، أو فى الظروف أو الحالات الاحتمالية (أوقات الأنشطة تكون احتمالية) وهذه الأخيرة هى الحالات السائدة فى شركات الأعمال (ب) .

ومن الناحية التاريخية فإن النماذج الشبكية لم تتطور بشكل فجائى فى أواخر الخمسينيات ، وإنما سبقتها محاولات عديدة من خلال استخدام أدوات وأساليب أقل تعقيداً فى تخطيط وجدولة المشروعات الصغيرة ، ومن هذه الأدوات مخطط جانت

(Gantt Charts) ومخططات المِلمَلات (Milestone Charts) : فكانت هذه المخططات البداية الأولى (المسجلة) التى استند إليها التطوير اللاحق للنماذج الشبكية : بيرت والمسار الحرج اللذين سنركز عليهما : لأنهما الأسلوبان الأكثر استخداماً وشيوعاً .

إن استخدام النماذج الشبكية فى المشروعات يمكن أن يحقق أهدافاً أساسية تتمثل فى خفض الوقت وتقليص الكلفة وتحسين الأداء فيها ، ولأن هذه الأهداف متعارضة فى حالات كثيرة (مثلاً تقليص الوقت يتطلب كلفة أكبر لاستخدام موارد أكبر) : فإن على إدارة المشروع القيام بالمبادلات المطلوبة لضمان أفضل تحقيق لهذه الأهداف . وهناك ثلاث مراحل لكل مشروع من المشروعات التى تستخدم فيها النماذج الشبكية وهذه المراحل هى :

**أولاً - مرحلة التخطيط :** تتضمن تحديد أهداف المشروع وتقدير مصادره الكلية ، و تقسيم المشروع إلى أنشطة متباعدة ومتتابعة ، وتحديد الوقت الذى يتطلبه تنفيذ كل نشاط ، ومن ثم تمثيل المشروع فى مخطط شبكى يوضح علاقات التابع والاسبقية بما يساعد على إعطاء صورة كاملة عن المشروع . ولاشك فى أن هذه المرحلة هى الأصعب : لأنها تتعلق بتقدير احتياجات المشروع من الأفراد والمواد والآلات ، وكذلك لأنها تتعلق بتقسيم المشروع إلى أنشطة متباعدة مع تحديد أوقاتها المتوقعة وعلاقات الأسبقية فيما بينها .

**ثانياً - مرحلة الجدولة :** تشمل مهام إعداد جداول زمنية تفصيلية توضح وقت بداية ونهاية كل نشاط ، وتحديد التعاقب الأفضل بين الأنشطة فى كل مهمة من مهام المشروع مع تحديد المسؤولين عنها ، كما يتم فى هذه المرحلة تحديد الأنشطة الحرجة التى يجب أن تعطى اهتماماً أكبر : لكى يتم تنفيذ المشروع فى موعده المحدد ، وكذلك الأنشطة غير الحرجة للاستفادة من أوقاتها الفائضة فى عملية الجدولة .

**ثالثاً - مرحلة الرقابة :** تتضمن الرقابة على الوقت والكلفة والأداء الفعلى والمقارنة بين المخطط بالأرقام الفعلية وتحديد النشاط التصحيحي اللازم : حيث يتم فى هذه المرحلة إعداد تقارير توضح ما تم تنفيذه ، وما لم يتم تنفيذه وإجراء التعديلات اللازمة : من أجل التمكن من إنجاز المشروع فى وقته المحدد .

فى هذه المراحل فإن الشبكيات تقدم فوائد كثيرة سواء فى إعطاء صورة كاملة عن المشروع (وهذه هى الميزة البصرية لتلك المخططات والأشكال البيانية) ، أو فى تحديد وفهم علاقات التابع والأسبقية ، أو التوصل إلى الجدولة الدقيقة لوقت البداية والنهاية لكل نشاط ، أو فى الرقابة بين المخطط والمنفذ وتأثير ذلك على إنجاز كل مهمة من مهام المشروع (مجموعة الأنشطة المترابطة فى المشروع) وبالتالى المشروع كله فى موعده المحدد .

## ٢-٢- من المخططات إلى الشبكيات :

إن المخططات المستخدمة فى إدارة المشروعات وسيلة عرض بصرية تشتمل على الأنشطة اللازمة وأوقاتها الضرورية ، وقد استخدمت فى تخطيط وجدولة المشروعات فى وقت مبكر ، ففى عام ١٩١٧م أدخل (هنرى جانت H. Gantt) مخططة الشريطى (Bar Chart) المسمى باسمه ، الذى يتسم بسهولة الفهم وبساطة الإعداد والاستخدام فى تخطيط وجدولة المشروع والرقابة على مراحل التقدم فيه : فقد استخدم على نطاق واسع (بما يجعل منه أداة ذات شعبية) فى المشروعات الصغيرة محدودة الأنشطة والتغيرات فيها .

إلا أن عيوب مخطط جانت أدت إلى البحث عن أساليب أكثر كفاءة تتلاءم مع المشروعات المعقدة والكبيرة ، والتى تتجاوز عيوب مخطط جانت والتى تتمثل بشكل أساسى فى أن علاقات الأسبقية تكون غير واضحة ، فرغم أن بعض هذه العلاقات يستنتج منطقياً كما فى نشاط تركيب الأجهزة وتشغيلها مثلاً فلا يمكن أن يتم إلا بعد الانتهاء من شراء هذه الأجهزة : فإن البعض الآخر يكون فيه تحديد الأسبقية أكثر صعوبة ولا يمكن استنتاجها من المخطط ، كما أن اعتبارات الكلفة لا تؤخذ بالاعتبار فى هذا المخطط ، وأن بدائل التعجيل للمشروع باستخدام موارد إضافية مفقودة ، إضافة إلى أن بناء المخطط لا يساعد بوضوح على تحديد الأعمال أو الأنشطة التى يتطلبها الإكمال الناجح للمشروع مع عدم إمكانية استخدام المخطط فى المشروعات الصغيرة غير مُجدِّ فى المشروعات الكبيرة والمعقدة ، وسنقدم استخدام مخطط جانت فى الفصل الثامن فى جدولة الإنتاج .

إن توسع وتعقد المشروعات أظهر الحاجة إلى تطوير وسائل وأساليب أكثر كفاءة فى تخطيط وجدولة المشروعات والرقابة عليها ، وقد تحقق ذلك بالفعل ؛ فقد تم تطوير أسلوبين للتحليل الشبكي بشكل مستقل وفى نفس الوقت تقريباً ، ففي عام ١٩٥٦م أدخلت طريقة المسار الحرج (Critical Path Method) من قبل شركة ديبونت (DuPont) عام ١٩٥٧م ، وتم تنفيذ المسار الحرج على حاسبات (UNIVAC) للسيطرة على بناء مصنع كيماوى كلفته (١٠) ملايين دولار من قبل الشركة نفسها ، وفى عام ١٩٥٨م استخدمت فى جدولة مشروع الصيانة فى المصنع الجديد ؛ فحققت نجاحاً باهراً ؛ حيث ساهمت طريقة المسار الحرج بتخفيض الوقت الكلى بنسبة (٣٦٪) من (١٢٥) ساعة إلى (٧٨) .

أما بيرت (PERT) أسلوب تقييم ومراجعة المشروع (Project Evaluation and Review Technique) فقد أدخلت عام ١٩٥٨م من قبل الشركة الاستشارية (Booz, Hillen and Hamilton) التى تعاقدت مع مكتب المشاريع الخاصة التابع للبحرية الأمريكية ؛ بهدف تحسين إدارة برنامج صواريخ الغواصات الأمريكية بولاريس ، وكان البرنامج كبيراً ، ويتطلب التخطيط الجدولة والرقابة على أنشطة أكثر من (٢٠٠٠) متعاقد ؛ فقد تم تطوير هذه الطريقة (بيرت) التى ساهمت وبكفاءة فى تخفيض الوقت المقدر للمشروع بحوالى سنتين ؛ وبسبب المزايا التى تتمتع بها (بيرت) فقد حققت انتشاراً واسعاً فى التطبيق ؛ حيث تستخدم فى الوقت الحاضر على نطاق واسع فى المنظمات الخاصة والحكومية وفى مشروعات البناء ، وجدولة إدخال المنتجات الجديدة ، والإنتاج ، والبحث العلمى والتطوير ، وإدخال النظم الجديدة . ويمكن أن نقول بأن بيرت والمسار الحرج تقومان على نفس المفاهيم من الناحية الجوهرية كأسلوبين فى تخطيط وجدولة الأنشطة والرقابة عليها . وهما يتشابهان فى الجوانب الأساسية الآتية : أن كليهما أداة كفئة وجيدة فى تخطيط وجدولة ورقابة المشروعات الصغيرة والكبيرة ، يمكن تنفيذهما بسهولة على الحاسبة ، وهناك برمجيات كثيرة تساعد على ذلك ، وأخيراً فإن كليهما يستخدم الشبكيات لوصف المشروع والأنشطة المكونة له ، ويستخدمان المراحل الثلاث : التخطيط ، الجدولة ، والرقابة التى سبق عرضها فى بناء شبكيات المشروعات وتنفيذها .

ورغم التشابه فيما ذكرنا بين بيرت والمسار الحرج إلا أن هناك بعض الاختلافات بينهما يمكن أن نحددها في الجوانب الآتية :

أ- أن بيرت (PERT) تستخدم تقديرات الوقت الاحتمالية : مما يجعلها أسلوباً احتمالياً . في حين أن طريقة المسار الحرج (CPM) تفترض أوقات مؤكدة وثابتة . ومن الناحية العملية فإن النموذج الاحتمالي (بيرت) والنموذج المؤكد (المسار الحرج) كليهما قابل للتطبيق والاستخدام ، إلا أن مشكلات الأعمال عادة لا تتسم بالتأكد بفعل تغيرات السوق وتأثير المنافسة ؛ مما يجعل (بيرت) أكثر ملاءمة لهذه المشكلات من طريقة المسار الحرج التي تتطلب مشروعات داخلية يمكن السيطرة عليها ، والواقع أن هذا الفرق يوضح ظروف نشأة (بيرت) ؛ حيث تطور هذا الأسلوب في مجال محفوف بالتغير والاحتمالية العالية (مشروع صواريخ بولاريس) ، في حين أن طريقة المسار الحرج تطورت في مجال يتسم بقدر عالٍ من التأكيد وإمكانية السيطرة عليه (مجال الصيانة) .

ب- إن شبكية (بيرت) تختلف عن شبكية طريقة المسار الحرج ، فبينما الأولى تستخدم تنويع النشاط على السهم ، فإن الثانية تستخدم تنويع النشاط على العقدة وهذا ما سنوضحه بعد قليل .

ج- إن شبكية بيرت تستخدم الأنشطة الوهمية لتأشير علاقة الأسبقية المنطقية في حالات عديدة ، أما طريقة المسار الحرج فلا تستخدم هذا النوع من الأنشطة .

## ٢-٢- بناء الشبكيات :

إن الشبكيات يمكن تطويرها واستخدامها لمختلف المشروعات الصناعية وغير الصناعية ، والمشروع يمكن تمثيله بالنظام الذي يتكون من مجموعة من العناصر (الأنشطة) المكونة له التي ترتبط مع بعضها بعلاقات تساند ، أي يؤثر أحدها على الآخر (علاقات أسبقية في المشروع) . ورغم وجود بعض الاختلافات في شبكيات بيرت عن شبكيات المسار الحرج إلا أنهما يعتمدان خطوات أساسية متماثلة في بناء الشبكيات لهذه المشروعات .



إن بناء الشبكيات الخاصة بالمشروعات يتكون من الخطوات الأساسية الآتية :

أ- تحديد المشروع الكلى من حيث البداية والنهاية والهدف منه وموعد الإكمال المستهدف أى الموعد الأخير الذى ينبغى إكمال المشروع فيه .

ب- تجزئة المشروع إلى أنشطة محددة وقابلة للتمييز عن بعضه ، ويمكن تحديد بدايتها ونهايتها بشكل دقيق وغير متداخل مع الأنشطة الأخرى ، والحقيقة أن أى تحديد غير ملائم للأنشطة يؤدى إلى عدم التمكن من استخدام الشبكية بشكل كفء وفعال لإكمال المشروع فى مواعده النهائى المحدد .

ج- تحديد العلاقات بين الأنشطة من حيث التزامن (حدوث نشاطين أو أكثر فى وقت واحد أو أن تنجز فى وقت واحد قبل البدء بالنشاط اللاحق لهما) ، أو التعاقب أى وجود علاقة أسبقية بين نشاطين ؛ حيث لا يمكن البدء بالنشاط التالى إلا بعد اكتمال النشاط السابق ، أو الاستغلال بين الأنشطة وهو يشير إلى عدم وجود علاقة اعتماد متبادل بين نشاطين أو أكثر أو حتى بين مسار أو آخر . وبشكل عام فإن الشبكية تنظم على أساس ترتيب وتعاقب الأنشطة ، كما ينبغى أو حسب متطلبات التوقيت والأسبقية التى يفرضها تنفيذ المشروع من حيث المتطلبات التخطيطية والتكنولوجية ، وبما يساعد على تحديد العلاقات بين هذه الأنشطة .

د- تحديد أوقات الأنشطة المكونة للمشروع ، ويتم هذا على أساس خبرة منفذ النشاط ؛ حيث يمكن وضع تقدير مؤكد للفترة التى يستغرقها تنفيذ النشاط ، وهذا ما يستخدم طريقة المسار الحرج ، وفى حالة المشروعات التى تتسم بقدر من المخاطرة يتم تقدير ثلاثة أوقات للنشاط الواحد لتغطى التوزيع الاحتمالى لأوقات التنفيذ ، وهذا ما يستخدم فى (بيرت) دون أن يستخدم بطريقة المسار الحرج . إن تحديد هذه العناصر لبناء الشبكية تمثل مرحلة التخطيط التى يعتمد عليها الاستخدام الكفء والناجح للشبكيات فى جدولة أنشطة المشروع والرقابة على تنفيذها من أجل إكمالها فى الموعد المحدد .

يمكن تعريف الشبكية بأنها بيانية تخطيطية تتألف من أسهم وعقد توضح العلاقات بين الأنشطة التى يتكون منها المشروع ، ولبناء الشبكيات : يستخدم فى بيرت والمسار

الخرج مجموعة من الرموز والقواعد التي تساعد على التمثيل التصويرى للمشروعات وجميع الأنشطة المكونة لها : لتمكين الإدارة من الحصول على صورة كلية عنها من خلال هذه الأنشطة من بداية كل مشروع وحتى نهايته وعلاقات الأسبقية فيما بينها والمسار الحرج وأنشطته الحرجة التي عند تأخر أى منها سيتأخر إكمال المشروع ككل ، إلا إذا تم استخدام موارد إضافية من أجل تعجيل الأنشطة لتنفيذه فى موعده .

تختلف شبكيات بيرت عن شبكيات المسار الحرج من حيث التنويت : ففى شبكيات بيرت يستخدم تنويت النشاط على الأسهم وهذا التنويت يتكون من :

- الأسهم : تدعى أحياناً الخطوط أو الأقواس ، وهى تمثل الأنشطة المكونة للمشروع ، ويدون على السهم رمز النشاط الذى يكون فى بعض الأحيان حرفاً ، وفى أحيان أخرى يرمز للنشاط برقمى العقدین الممثلين لبداية ونهاية النشاط .

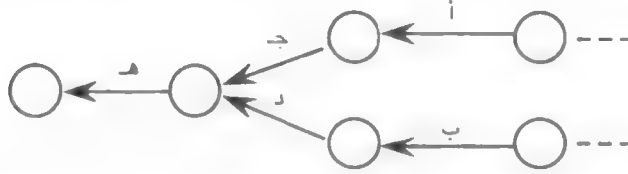
- العقد : ترسم عادة كدوائر وهى تمثل الأحداث المعبرة عن بداية ونهاية كل نشاط من أنشطة المشروع ، والعقد لا تستهلك وقتاً ، والقاعدة الأساسية هى أن كل نشاط له بداية واحدة ونهاية واحدة .

- علاقات الأسبقية بين الأنشطة : حيث إنها تشير إلى الأنشطة التى تنجز فى تعاقب ، فلا يمكن البدء بالنشاط اللاحق إلا بعد إكمال النشاط السابق الذى يرتبط به بعلاقة أسبقية .

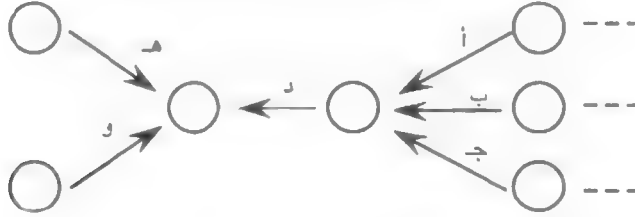
لنفرض لدينا ثلاثة أنشطة هى (أ ، ب ، ج) أخذت من شبكية كبيرة ، وأن النشاط (i) يسبق النشاط (ب) ويسبق النشاط (ج) ، وفى هذه الحالة يمكن رسم شبكية هذه الأنشطة الثلاثة كالآتى :



وإذا كان لدينا النشاط (أ) يسبق النشاط (ج) ، وكان النشاط (ب) يسبق النشاط (د) وأن كلاً من النشاطين (ج) و ( د ) يسبقان (هـ) - فيمكن رسم شبكية لهذه الأنشطة كالآتي :



وإذا كان لدينا الأنشطة الثلاثة (أ ، ب ، ج) تسبق النشاط (د) ، وأن النشاط (د) يسبق النشاطين (هـ ، و) - فيمكن رسم شبكية هذه الأنشطة كالآتي :

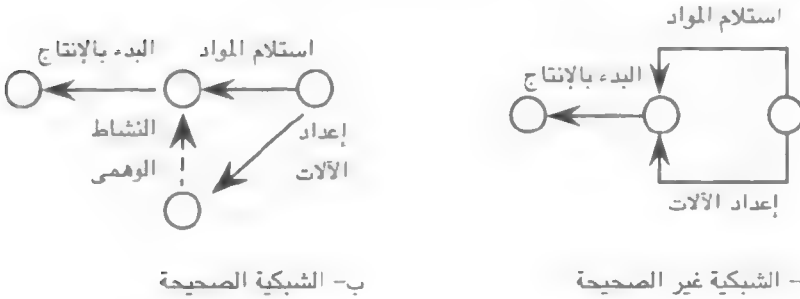


\* الأنشطة الوهمية وهي سمة مميزة لشبكيات بيرت عن شبكيات المسار الحرج التي لا تستخدم هذا النوع من الأنشطة ، والأنشطة الوهمية تظهر في الشبكية كأسهام أو خطوط متقطعة ، وهي لا تتطلب موارد ولا وقتاً مخصصاً لها ؛ حيث وقتها يساوى صفراً . والغرض الأساسي من استخدام الأنشطة الوهمية هو توضيح علاقات الأسبقية في حالات معينة . إن استخدام الأنشطة الوهمية تضمن قاعدتين أساسيتين عند رسم الشبكيات هما :

أ- أن كل مشروع ينبغي أن تكون له عقدة بداية واحدة وعقدة نهاية واحدة ، وهذه القاعدة ضرورية عند استخدام الحاسبة في تحليل المشروع ؛ وذلك لأن أغلب برامج الحاسبات تحدد الأنشطة من خلال نقاط نهايتها ، والأنشطة التي لها نفس البداية والنهاية لا يمكن تمييز أحدها عن الآخر ، ويمكن توضيح ذلك في المثال الآتي .

لنفرض أن جدولة إحدى العمليات تتضمن ثلاثة أنشطة هي : النشاط الأول ، يمثل استلام المواد ، والنشاط الثاني يمثل إعداد الآلات ولكليهما نفس البداية والنهاية ، وينبغي أن تكتملا قبل البدء بالنشاط الثالث المتمثل في البدء بالإنتاج للوجبة ، أدناه الشبكية غير الصحيحة (أ) لتمثل هذه الأنشطة والشبكية الصحيحة (ب) باستخدام النشاط الوهمي في الشكل (١-٢) .

### الشكل رقم (١-٢) : النشاط الوهمي



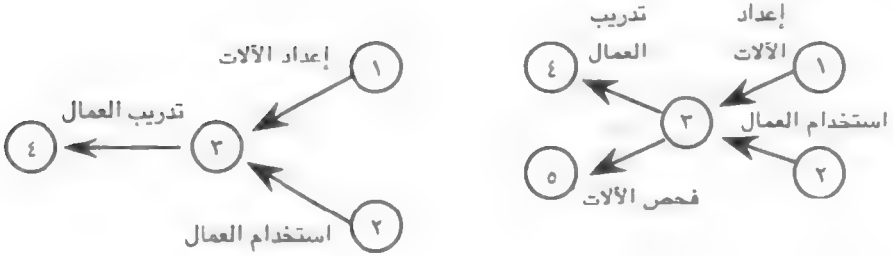
ب- استخدام الأنشطة الوهمية عندما تكون لجميع الأنشطة الداخلة إلى العقدة أنشطة تالية متماثلة ، أو أن الأنشطة الخارجة من العقدة لها أنشطة سابقة متماثلة ، ولتوضيح ذلك لنأخذ الأنشطة الآتية : النشاط (١-٣) يمثل إعداد الآلات ، والنشاط الذي يعقبه (٣-٤) يمثل تدريب العمال على الآلات ، والنشاط (٢-٣) يمثل استخدام العمال وهذا يمثل إعداد الآلات .

إن الشكل (٢-٢) يوضح الشبكية غير الصحيحة : ففي (أ) تم تمثيل العلاقات بين الأنشطة بشكل منفصل ، و(ب) لا تمثل علاقات الأسبقية بين الأنشطة الأربعة بشكل صحيح : لأن استخدام العمال ظهر وكأنه في علاقة أسبقية بفحص الآلات ، وهذا غير صحيح . وفي الشكل (ج) تم استخدام النشاط الوهمي ودمج الشبكتين المنفصلتين في (أ) لتصبح الأنشطة كالآتي :

النشاط	الوصف
٣-١	إعداد الآلات
٤-٢	استخدام العمال
٤-٣	نشاط وهمي
٥-٣	فحص الآلات
٦-٤	تدريب العمال

الشكل رقم (٢-٢) : شبكات تمثيل الأنشطة

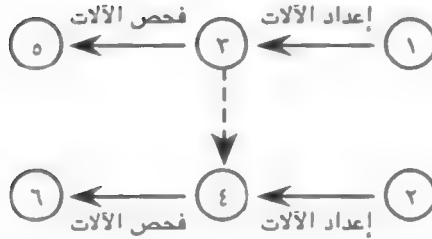
أ - الشبكة غير الصحيحة :



ب - تمثيل العلاقات بشبكات منفصلة :



ج - الشبكة الصحيحة باستخدام النشاط الوهمي :



\* أوقات اكتمال الأنشطة وهي الأوقات المستغرقة لإتمام الأنشطة ، وتكتب عادة فوق الأسهم الممثلة لهذه الأنشطة . وتمتاز بيرت عن المسار الحرج بأن شبكياتها تستخدم في حالة مؤكدة ، وذلك باستخدام تقدير واحد للوقت لكل نشاط يدون فوق سهم ذلك النشاط ، أو في حالة احتمالية ، وذلك باستخدام تقديرات الوقت الثلاثة لإكمال النشاط . وهي : الوقت التفاولي ، والوقت الأكثر ترجيحاً ، والوقت التشاؤمي . والواقع أن المسار الحرج لا تستخدم تقديرات متعددة لوقت النشاط : لهذا فإن هذه الطريقة تعمل في حالات التأكد عندما يكون الوقت محدداً وأكيداً : مما يجعلها أقل ملاءمة من بيرت في مشكلات منظمات الأعمال : حيث إن شبكيات بيرت تتميز باستخدام وقت الإكمال الواحد (في ظروف التأكد) وتقديرات الوقت الثلاثة في الظروف الاحتمالية .

أما تنويع النشاط على العقد فإنه يتكون من :

\* العقد ترسم عادة كدوائر وهي تمثل الأنشطة المكونة للمشروع ، وهي خلاف شبكيات بيرت التي تستخدم العقدة للأحداث (بداية النشاط ونهايته) .

\* الأسهم ، تستخدم لتأشير علاقات الأسبقية بين الأنشطة .

على صعيد المقارنة نجد أن شبكيات بيرت ، أي الأنشطة على الأسهم (AOA) ، وتدعى أحياناً الطريقة البيانية للأسهم تظهر وتوضح النشاط والأحداث ، بينما الأنشطة على العقدة (AON) تظهر الأنشطة فقط ، إلا أن الاختلاف الأكثر بروزاً هو في الجانب التصوري ، فكما يتساءل (جالجر وواتسون Gallagher and Watson) : ما الذي يجذب العين ؟ ويجيبنا بأن الدوائر تجذب العين أكثر من الأسهم أو الخطوط ، ومن أجل الوقوف على كيفية بناء شبكيات الأنشطة بكلا الأسلوبين : فإن المثال (١-٢) يوضح الحالات المختلفة وتمثيلها بكلا الأسلوبين . إن التعرف على هذه الحالات يساعد على رسم الشبكيات ، والمثال (١-٢) يوضح كيفية بناء الشبكية بأسلوب (AOA) و (AON) .

مثال (١-٢) :

ارسم بيانات شبكيات (AOA) و (AON) في الحالات الآتية :

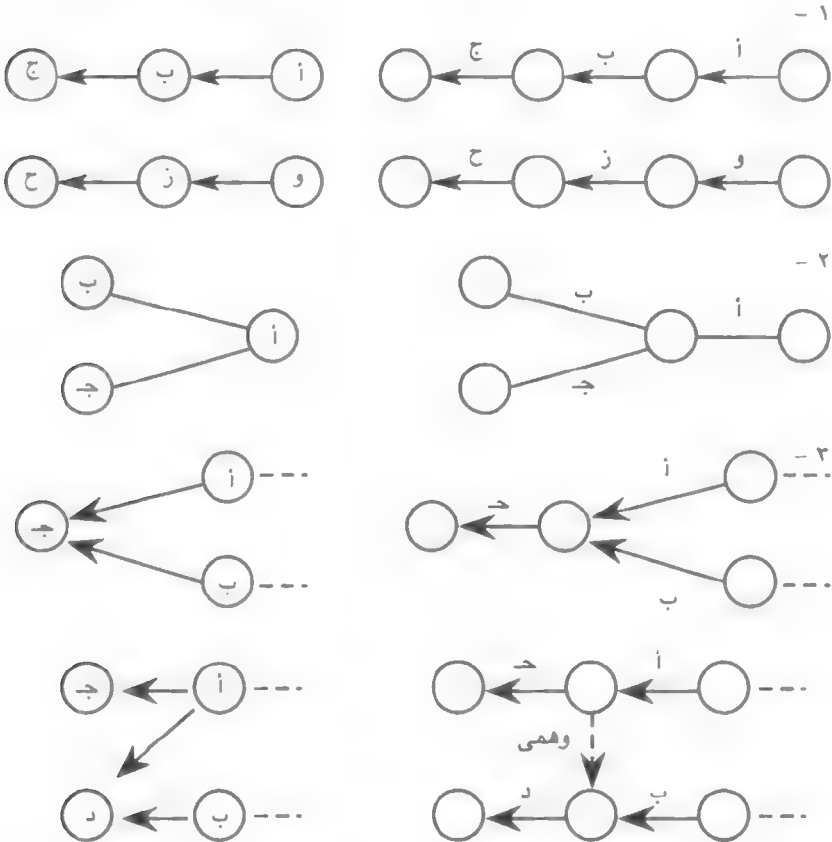
- ١- النشاط (أ) يجب أن يسبق النشاط (ب) ، والنشاط (ب) يجب أن يسبق النشاط (ج) بشكل منفصل عن النشاط (و) الذي يجب أن يسبق النشاط (ز) ، والنشاط (ز) يجب أن يسبق النشاط (ح) .

- ٢- النشاط (أ) يجب أن يكتمل قبل أن يتم البدء بالنشاطين (ب) و (ج) .  
 ٣- النشاط (أ) و (ب) يجب أن يكتملا قبل أن يبدأ النشاط (ج) .  
 ٤- النشاطان (أ) و (ب) يجب أن يكتملا قبل أن يكون ممكناً البدء بالنشاط (د) ، وأن النشاط (أ) قبل النشاط (ج) ، وأن النشاط (ب) مستقل عن النشاط (ج) .  
 ٥- النشاط (أ) يجب أن يسبق النشاطين (ب) و (ج) ، والنشاطان (ب) و (ج) يجب أن يسبقا النشاط (د) .

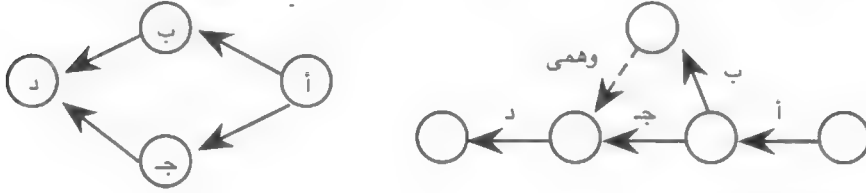
الحل :

شبكات (AON)

شبكات (AOA)



ملاحظة : إن طول السهم لا علاقة له بوقت النشاط ، أى ليس هناك علاقة تناسبية بين طول السهم والوقت المستغرق لتنفيذ النشاط ، وهذا ينطبق على جميع الشبكات .



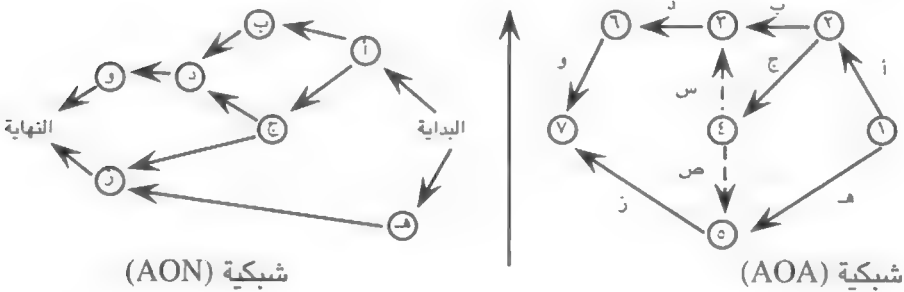
مثال (٢-٢) :

أدناه الأنشطة المكونة لمشروع بناء مخزن جديد وعلاقاته :

النشاط	النشاط الذى يسبقه
أ	لا يوجد
ب	أ
ج	أ
د	ب ، ج
هـ	لا يوجد
و	د
ز	ج ، هـ

١- ارسم شبكية (AOA) وشبكية (AON) ٢- حدد الأنشطة الوهمية فى الشبكية .

الحل :





٢- النشاطان (س) و (ص) استحدثا كمنشطين وهميين لإظهار علاقات الأسبقية بشكل صحيح .

يلاحظ أن النشاط الوهمي لم يذكر في الأنشطة المكونة للمشروع كما في الجدول السابق ، ولكن أحياناً يتم ذكره ، ويعطى رمزاً معيناً شأنه شأن الأنشطة الأخرى ، ويشار إلى أنه نشاط وهمي ، وكما يلاحظ عدم استخدام النشاط الوهمي في طريقة (AON) .

## ٢-٤- إيجاد المسار الحرج :

تتضمن الشبكية مساراً واحداً أو مسارات متعددة للأنشطة . والمسار هو تعاقب الأنشطة المترابطة التي تقود من بداية المشروع (العقدة الأولى) إلى نهاية المشروع (العقدة الأخيرة) ، أى أنه تعاقب الأنشطة ذات علاقات الأسبقية من عقدة البداية إلى عقدة النهاية في المشروع . وينبغي البحث عن المسار الأطول إلى المسار الذي يتطلب أطول وقت يمكن أن يستغرقه المشروع من بدايته إلى نهايته ، والذي يمثل المسار الحرج .

يمكن تعريف المسار الحرج بأنه المسار الذي يستهلك الوقت الأطول خلال الشبكية ، ومن ثم فإن تأخر أى نشاط من الأنشطة التي تقع عليه يؤدي إلى تأخير المشروع كله ؛ لهذا فإن أهمية المسار الحرج تتمثل في تحديد الأنشطة الحرجة التي تقع عليه ، وإن الحاجة لتقليص وقت المشروع لا يمكن تحقيقها إلا بتقليص المسار الحرج من خلال تقليص وقت واحد أو أكثر من أنشطته الحرجة باستخدام موارد إضافية (تحمل كلفة إضافية) ؛ من أجل تعجيله بما يؤدي إلى تعجيل إكمال المشروع كله .

أما المسارات غير الحرجة ؛ فإنها قد تستعمل أحياناً على نشاط أو أكثر من الأنشطة الحرجة ، إلا أنها تستغرق وقتاً أقل من وقت المسار الحرج ؛ مما يجعلها ذات فائض أو خامل من الوقت ؛ لذا يكون بالإمكان التأخر في وقت إنجاز الأنشطة غير الحرجة بمقدار فائض كل نشاط من هذه الأنشطة ؛ لهذا فإننا نرى أن المسارات الأخرى غير المسار الحرج تكون أيضاً ذات أهمية ينبغي دراستها من حين إلى آخر

لسببين : الأول ، هو عند وقوع أحد الأنشطة الحرجة عليها حيث يؤدى تأخر هذا النشاط إلى تأخر المشروع كله . والثانى هو أن تأخر أى نشاط من الأنشطة غير الحرجة ذات العلاقة بأحد الأنشطة الحرجة لوقت يزيد على وقته الفائض سيؤدى إلى تأخر النشاط الحرج ، وبالتالي تأخر المسار الحرج كله ، أى المشروع برمته .

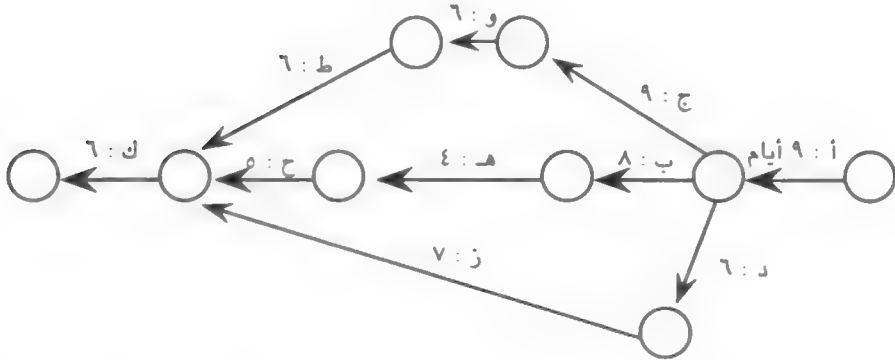
والمسار الحرج يستخدم فى كلا النوعين من الشبكيات : بيرت وطريقة المسار الحرج ، وهو ذو قيمة واحدة من حيث الوقت فى كلا النوعين رغم اختلاف التنويت وشكل الشبكيات المرسومة حسب كل منها : مما يكشف عن حقيقة واضحة فى هذين النوعين هى أن الاختلاف بينهما فى جوانب عديدة منه هو اختلاف شكلى وليس جوهري . ولإيجاد المسار الحرج فمن الممكن اعتماد المدخل البديهي : وذلك فى الشبكيات البسيطة حيث نقوم باحتساب الوقت المطلوب لكل مسار ، والمسار ذو الوقت الأطول هو المسار الحرج . كمثال على ذلك لناخذ الشبكية فى الشكل (٢-٢) : حيث يمكن تحديد المسارات المتاحة فى الشبكية وأطوالها هى :

المسار الأول : أ - ب - ج - ح - ك = ٩ + ٨ + ٤ + ٦ + ٦ = ٣٣ يوماً .

المسار الثانى : أ - ج - و - ط - ك = ٩ + ٩ + ٦ + ٦ + ٦ = ٣٦ يوماً .

المسار الثالث : أ - د - ز - ك = ٩ + ٦ + ٧ + ٦ = ٢٨ يوماً .

الشكل رقم (٢-٢) : شبكية مكونة من عشرة أنشطة



إن المسار الأطول هو المسار الثاني الذى يتكون من الأنشطة (أ - ج - و - ط - ك) ، وبالتالي فإنه يمثل المسار الحرج وأنشطته هى الأنشطة الحرجة ، فى حين أن المسارين الآخرين يمثلان المسار الحرج : لأن طول وقتيهما أقصر منه ، أى أنهما يتضمنان وقتاً فائضاً يمكن تحديده كالتالى :

الوقت الفائض فى المسار الأول = طول المسار الحرج - طول المسار الأول

$$= 34 - 32 = (2) \text{ يومان .}$$

الوقت الفائض فى المسار الثالث =  $34 - 28 = (6) \text{ أيام .}$

إن الفائض يمثل الوقت الذى يمكن تأخر إنجاز الأنشطة التى تقع على هذين المسارين (الأول والثالث) بشرط ألا يكون التأخر فى الأنشطة الحرجة وهى : النشاطان (أ) و (ك) فى المسار الأول والثالث ، ودون أن يؤدى ذلك إلى تأخر إكمال المشروع فى موعده أى حسب طول المسار الحرج .

## ٢-٥- تحديد أوقات البدء الأكر والانتهاء الأكر :

إن الشبكيات تفترض وضع تقديرات لأوقات الأنشطة ، ووقت النشاط الذى يكون مؤكداً يحدد الوقت النمطى الاعتيادى لتنفيذ ذلك النشاط ، وأن تحديد أوقات الأنشطة يعتمد على قدرة وخبرة إدارة المشروع أو القائمين على تنفيذه وتجاربها السابقة مع الأنشطة المماثلة ، ويدون وقت النشاط عادةً على السهم الممثل للنشاط فى شبكيات (AOA) وعلى العقدة الممثلة للنشاط أو داخل العقدة نفسها فى شبكيات (AON) . ولغرض تحديد الوقت اللازم لإنجاز الأنشطة المكونة للمشروع يكون ضرورياً احتساب ما يسمى بوقت البدء الأكر (Earliest Start Time) ويرمز له اختصاراً (ES) ، وسنرمز له (ب ك) وهو يمثل أقرب وقت بالإمكان البدء فيه لتنفيذ نشاط ما ، وكذلك وقت الانتهاء الأكر (Earliest Finish Time) ويرمز له اختصاراً (EF) ، وسنرمز له (هـ ك) وهو يشير إلى الوقت الأكر الذى عنده يمكن الانتهاء من النشاط . ولإيجاد أوقات البدء والانتهاء الأكر : نستخدم ما يدعى المرور للأمام (Forward Pass) الذى يبدأ باحتساب الأنشطة من البداية (عقدة البداية) والتقدم إلى الأمام نحو النهاية (عقدة النهاية) فى الشبكية .

ولاحتمساب وقت البدء الأكر (ب ك) ووقت الانتهاء الأكر (هـ ك) يمكن الاستعانة بقاعدتين تستخدمان فى هذا المجال هما :

القاعدة الأولى : أن وقت الانتهاء الأكر (هـ ك) لى نشاط يكون مساوياً لوقت البدء الأكر (ب ك) مضافاً إليه الوقت المتوقع للنشاط ، أى

$$هـ ك = ب ك + و ق \quad \text{-----} \quad (١-٢)$$

حيث و ق = الوقت المتوقع أو الفترة المتوقعة للنشاط .

القاعدة الثانية : بالنسبة للعقد ذات السهم الداخل الواحد ، فإن وقت البدء الأكر (ب ك) للأنشطة الخارجة من هذه العقد يكون مساوياً لوقت الانتهاء الأكر (هـ ك) للسهم الداخل . وبالنسبة للعقد ذات الأسهم الداخلة المتعددة ب ، فإن وقت النشاط الأكر للأنشطة الخارجة من هذه العقد يكون مساوياً لأكر وقت انتهاء أكر للأسهم الداخلة .

## ٦-٢- تحديد أوقات البدء والانتهاء الأكثر تأخيراً :

إذا كانت أوقات البدء والانتهاء الأكر للأنشطة تقوم على تحديد تعاقب أنشطة المسار خلال الشبكية من بداية المشروع إلى نهايته باستخدام المرور للأمام (Forward Pass) ، فإن أوقات البدء والانتهاء الأكثر تأخيراً تقود إلى تحديد ذلك التعاقب خلال الشبكية من النهاية (عقدة النهاية) إلى بدايته (عقدة البداية باستخدام المرور للخلف . ويمكن أن نحدد وقت البدء الأكثر تأخيراً (The Latest Start Time) ويرمز له (LS) ونرمز له (ب خ) بأنه الوقت أو المرور الأخير الذى يمكن فيه البدء بالنشاط بدون تمديد أو تأخير وقت إكمال المشروع ، أما وقت الانتهاء الأكثر تأخيراً (The Latest Finish Time) ، ويرمز له (LF) ونرمز له (هـ خ) ويمثل الوقت أو إعداد الوقت أو الموعد الأخير الذى إكمال النشاط فيه بدون تمديد أو تأخير وقت إكمال النشاط . ولاحتساب وقت البدء الأكثر تأخيراً (ب خ) يمكن استخدام القاعدتين الآتيتين :

القاعدة الأولى : وقت البدء الأكثر تأخيراً لكل نشاط يكون مساوياً لوقت الانتهاء الأكثر تأخيراً مطروحاً منه الوقت المتوقع للنشاط (و ق) ، أى :

$$ب خ = هـ خ - و ق \quad \text{-----} \quad (٢-٢)$$

القاعدة الثانية : بالنسبة للعقد ذات السهم الخارج الواحد ، فإن وقت الانتهاء الأكثر تأخيراً (هـ خ) للأسهم الداخلة لتلك العقدة يساوى وقت البدء الأكثر تأخيراً (ب خ) للسهم الخارج ، أما بالنسبة إلى العقد ذات الأسهم الخارجية المتعددة : فإن وقت الانتهاء الأكثر تأخيراً (هـ خ) للأسهم الداخلة لتلك العقد ، يساوى وقت البدء الأكثر تأخيراً الأصغر للأسهم الخارجة .

والمثال رقم (٢-٣) يوضح كيفية بناء الشبكية واحتساب أوقات المشروع المختلفة .

#### مثال (٢-٣) :

أدناه الأنشطة المطلوبة وأوقاتها بالأيام وعلاقات الأسبقية بينها لأحد المشروعات الجديدة المكونة من ثمانية أنشطة .

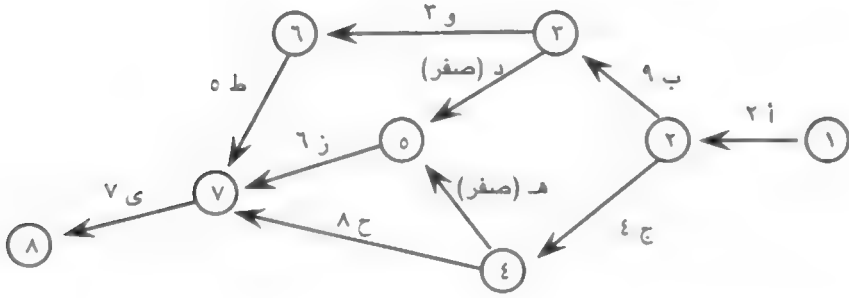
الأنشطة	النشاط الذى يسبق	الوقت المتوقع (يوم)
أ	-	٢
ب	أ	٩
ج	أ	٤
و	ب	٣
ز	ب ج	٦
ح	ج	٨
ط	و	٥
ى	ط ، ز ، ح	٧

المطلوب :

- ١- بناء شبكية المشروع .
- ٢- احتساب أوقات البدء و الانتهاء الأبعد للمشروع .
- ٣- احتساب أوقات البدء و الانتهاء الأكثر تأخيراً للمشروع .

الحل :

### ١- بناء شبكية المشروع :



### ٢- احتساب أوقات البدء والانتهاؤ الأبرك للمشروع :

إن وقت البدء الأبرك يكون صفراً للنشاط الأولي الذي لا يسبقه نشاط آخر : لذا فإن :

$$\text{ب ك} (2-1) = \text{صفر} .$$

$$\text{هـ ك} (2-1) = \text{صفر} + 2 = 2$$

يلاحظ أننا قمنا بترقيم العقد حيث كل عقدة تأخذ رقماً من بداية الشبكية حتى نهايتها . إن وقت الانتهاء الأبرك للنشاط (٢-١) يصبح هو وقت البدء الأبرك للنشطة التي تعقبه مباشرة (٢-٢) ، و (٢-٤) ، وكذا يمكن احتساب الأنشطة التالية وهي كالآتي :

$$\text{هـ ك} (2-2) = 2 + 9 = 11 \text{ ( وهو وقت البدء الأبرك (ب ك) للنشاط ٢-٦ ) .}$$

$$\text{هـ ك} (2-4) = 2 + 4 = 6 \text{ ( وهو وقت البدء الأبرك (ب ك) للنشاط ٦-٥ ) .}$$

$$\text{هـ ك} (2-6) = 11 + 3 = 14$$

$$\text{هـ ك} (6-7) = 14 + 5 = 19$$

$$\text{هـ ك} (٥-٤) = ٦ + \text{صفر} = ٦$$

$$\text{هـ ك} (٧-٥) = ٦ + \boxed{٦} = ١٢$$

$$\text{هـ ك} (٧-٤) = ٦ + \boxed{٨} = ١٤$$

حسب القاعدة الثانية فإن العقدة (٧) تدخلها (٣) أسهم (أنشطة) فإن وقت النشاط الأبعد للنشاط الخارج من هذه العقدة (٧) ، أى النشاط (٧-٨) يكون مساوياً لأكبر وقت انتهاء أبكر للأسهم الداخلة ، وفى حالتنا فإن أكبر وقت انتهاء أبكر (هـ ك) هو (١٩) يوماً والخاص بالنشاط (٧-٦) ، وباستخدامه نحسب وقت الانتهاء الأبعد للنشاط الأخير (٧-٨) :

$$\text{هـ ك} (٧-٨) = ٧ + ١٩ = ٢٦ \text{ يوماً} .$$

إذن الوقت المتوقع لإكمال المشروع هو (٢٦) يوماً ، وهو يمثل المسار الحرج فى الشبكة .

### ٢- احتساب أوقات البدء و الانتهاء الأكثر تأخيراً للمشروع :

ولاحتساب (ب خ) و (هـ خ) نستخدم - كما أشرنا - الممر الخلفى الذى نبدأ فيه بأخر عقدة النهاية والعمل رجوعاً إلى عقدة البداية . ولنأخذ مثالنا السابق كما فى الشبكة التى وردت فى النشاط (٦-٧) . وقد ظهر عند احتساب أوقات البدء والانتهاء الأبعد ، أن وقت الانتهاء الأبعد (هـ ك) للنشاط الأخير فى الشبكة يساوى (٢٦) يوماً . ولاحتساب (ب خ) و (هـ خ) نبدأ من النشاط الأخير (٧-٨) : حيث إن وقت الانتهاء الأكثر تأخيراً لهذا النشاط يساوى وقت الانتهاء الأبعد للنشاط ، أى أن :

$$\text{هـ خ} (٧-٨) = \text{هـ ك} (٧-٨) = ٢٦ \text{ يوماً} .$$

نحسب وقت البدء الأكثر تأخيراً للنشاط (٧-٨) وفق القاعدة الأولى :

$$\text{هـ خ} (٧-٨) = ٧ - ٢٦ = ١٩ \text{ يوماً} .$$

إن الأنشطة التى تسبق مباشرة النشاط (٧-٨) يجب أن تنتهى عند هذا الوقت (١٩) يوماً يأتى بعده ؛ لئلا يتأخر هذا النشاط الذى سيؤدى إلى تأخر إكمال

المشروع . إن الأنشطة الثلاثة (٧-٦) و (٧-٥) و (٧-٤) تسبق مباشرة النشاط (٧-٨) ، وكلها يجب أن تنتهي عند هذا الوقت ؛ لذا تكون :

$$\text{هـ خ (٧-٦)} = \text{هـ خ (٧-٥)} = \text{هـ خ (٧-٤)} = ١٩ \text{ يوماً .}$$

أوقات البدء الأكثر تأخيراً لهذه الأنشطة تحسب وفق القاعدة الأولى وهي كالآتي :

$$\text{هـ خ (٧-٦)} = ١٩ - ٥ = ١٤$$

$$\text{هـ خ (٧-٥)} = ١٩ - ٦ = ١٣$$

$$\text{هـ خ (٧-٤)} = ١٩ - ٨ = ١١$$

إن وقت الانتهاء الأكثر تأخيراً للنشاط (٦-٣) = وقت البدء الأكثر تأخيراً للنشاط (٧-٦) = ١٤ . وب نفس الشاكلة فإن هـ خ (٥-٣) = ١٣ ، وكذلك هـ خ (٥-٤) = ١١ .

$$\text{ب خ (٦-٣)} = ١٤ - ٣ = ١١$$

$$\text{ب خ (٥-٣)} = ١٣ - \text{صفر} = ١٣$$

$$\text{ب خ (٥-٤)} = ١٣ - \text{صفر} = ١٣$$

وطبقاً للقاعدة الثانية فإن العقدة (٣) مثلاً لديها سهمان خارجان منها هما النشاط (١-٣) ذو وقت بدء أكثر تأخيراً (١١) ، والنشاط (٥-٣) ذو وقت بدء أكثر تأخيراً (١٣) ؛ لهذا فإن وقت الانتهاء الأكثر تأخيراً للأسهم الداخلة لهذه العقدة (أى النشاط ٢-٣) يساوى وقت البدء الأكثر تأخيراً الأصغر للأسهم الخارجة أى (١١) يوماً . فحسب بقية أوقات البدء والانتهاء الأكثر تأخيراً للأنشطة ، وحسب القاعدة الثانية فإن :

$$\text{هـ خ (٤-٢)} = ١١$$

$$\text{هـ خ (٣-٢)} = ١١$$



وحسب القاعدة الأولى :

$$٧ = ٤ - ١١ = (٤-٢) \text{ ب خ}$$

$$٢ = ٩ - ١١ = (٣-٢) \text{ ب خ}$$

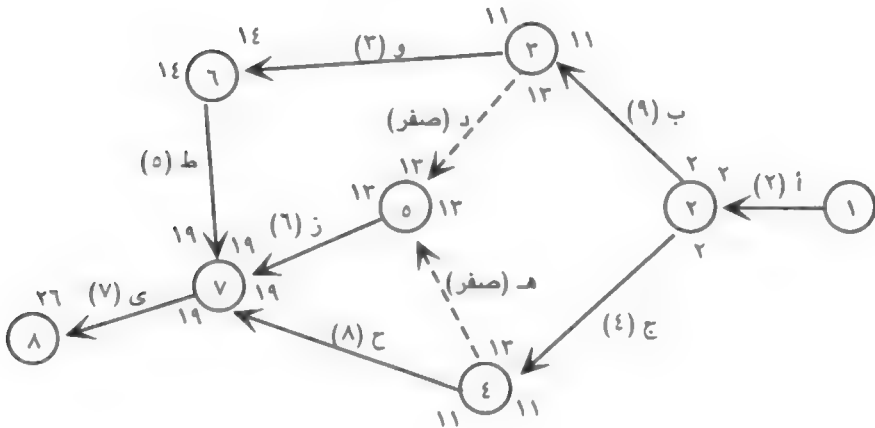
وحسب القاعدة الثانية :

$$٢ = (٢-١) \text{ خ هـ}$$

$$\text{ب خ} = (٢-١) = \text{صفر}$$

إن الشكل (٤-٢) أدناه يوضح هذه الحسابات ، كما أن الجدول رقم (٥-٢) يربط بين حسابات الممر الأمامي البدء والانتهاء الأبعد للأنشطة وحسابات الممر الخلفي لأوقات البدء والانتهاء الأكثر تأخيراً ، إضافة إلى الوقت الفائض الذي يوضح أن أنشطة المسار الحرج (٢-١) (٢-٢) (٣-٢) (٦-٣) (٦-٦) (٧-٦) و (٨-٧) بدون وقت فائض .

الشكل رقم (٤-٢) : حسابات الممر الخلفي لشبكية المشروع



الجدول رقم (٢-٥) : احتساب أوقات (ب ك) (هـ ك) (ب خ) و (هـ خ)

الأنشطة	الوقت المتوقع	ب ك	هـ ك	ب خ	هـ خ	الوقت الفائض
أ	٢	صفر	٢	صفر	٢	صفر
ب	٩	٢	١١	٣	١١	صفر
ج	٤	٢	٦	٧	١١	٥
د	صفر	وهـ م				
هـ	صفر	وهـ م				
و	٣	١١	١٤	١١	١٤	صفر
ز	٦	١١	١٧	١٣	١٩	٢
ح	٨	٦	١٤	١١	١٩	٥
ط	٥	١٤	١٩	١٤	١٩	صفر
ى	٧	١٩	٢٦	١٩	٢٦	صفر

إن الأنشطة ذات الفائض تعتبر أنشطة غير حرجية : لأنها لا تقع على المسار الحرج ، ويمكن أن يتأخر إنجازها دون أن يؤدي ذلك إلى تأخر إكمال المشروع ، أما الأنشطة التي ليس فيها وقت فائض فهي الأنشطة التي تقع على المسار الحرج ، والتي يؤدي تأخرها إلى تأخر إكمال المشروع كله ، وهذه الأنشطة هي التي تظهر في الجدول أعلاه بوقت فائض مقداره (صفر) .

## ٢-٧- الأوقات الفائضة :

إن الوقت الخامل والفائض (Slack Time) في كل نشاط يمثل مرونة نسبية في جدولة وتنفيذ هذا النشاط ، والفائض يمثل قدراً من الوقت يمكن للنشاط أن يتأخر خلاله دون أن يؤدي ذلك إلى تأخير إكمال المشروع ، كما أوضحنا في فقرة سابقة : فإن المسار الحرج يتكون من أنشطة حرجية ليس فيها أى وقت فائض ، وبالتالي فإنها لا يمكن أن تتأخر بدون أن يؤدي إلى تأخير إكمال المشروع كله أو استخدام هذه

الموارد الإضافية . فى حين أن بقية الأنشطة غير الحرجة يمكن أن تتضمن أوقاتاً فائضة تمثل مرونة معينة فى أوقات تنفيذها .

وهناك ثلاثة أنواع من الفائض فى وقت الأنشطة هى :

أ - الفائض الكلى ونرمز له (ف ك) ، ويمثل الوقت الاقتصادى الذى يمكن تأخير به بعد وقت بدئه الأبركر بدون أن يودى ذلك إلى تأخر إكمال المشروع . ويمكن احتساب الفائض الكلى كفرق بين وقت الانتهاء الأبركر (هـ ك) ووقت البدء الأبركر (ب ك) ، أو كفرق بين وقت الانتهاء الأكثر تأخيراً (هـ خ) ووقت البدء الأكثر تأخيراً (ب خ) ، أى :

$$(3-2) \text{-----}$$

$$\text{ف ك} = \text{هـ ك} - \text{ب ك}$$

$$(4-2) \text{-----}$$

$$\text{أو ف خ} = \text{هـ خ} - \text{ب خ}$$

ب - الفائض الحر ، ويدعى أيضاً الفائض الأدنى ، ونرمز له (ف ح) ، وهو يمثل ذلك الوقت الذى يمكن للنشاط أن يتأخر خلاله دون أن يودى ذلك إلى تأخر وقت البدء الأبركر لنشاط آخر ، ويمكن التوصل إلى الفائض الحر باستخدام إحدى الصيغتين :

ف ح = ف ك - الفائض الكلى الأدنى للأنشطة التى تسبق مباشرة .

أو ف ح = وقت البدء الأبركر الأدنى للأنشطة التى تسبق - وقت الانتهاء الأبركر .

إن الفائض الحر (ف ح) لنشاط ما يكون مساوياً ، أو أقل من الفائض الكلى (ف ك) لذلك النشاط .

ج - الفائض التقاطعى ونرمز له (ف ت) ، وهو يمثل وقت التأخر الممكن الذى لا يستخدم لنشاط واحد ؛ فلن يودى إلى أن تبدأ أنشطة أخرى بعد وقت بدئها الأبركر ، ولكن بدون أن يودى إلى تأخر إكمال المشروع فى وقت الانتهاء الأبركر منه . ولإيجاد هذا الفائض يمكن استخدام الصيغة الآتية :

$$(5-2) \text{-----}$$

$$\text{ف ت} = \text{ف ك} - \text{ف ح}$$

يلاحظ من الصيغة (٢-٥) أن الفائض الكلى يمثل مجموع الفائض من النوعين الآخرين أى :

$$ف ك = ف ح + ف ت .$$

ولأن الفائض الحر لنشاط ما يكون مساوياً أو أقل من الفائض الكلى لذلك النشاط ، ولأن الفائض الكلى يشمل ضمناً الفائض التقاطعى : فإن أكثر مديرى المشروعات لا يستخدمون الفائض الحر والفائض التقاطعى والاكتفاء بالفائض الكلى وهذا ما سنتبعه فى المثال (٢-٤) .

### مثال (٢-٤) :

إن الجدول الآتى يتضمن الأنشطة المكونة لمشروع وأوقاتها المتوقعة والأنشطة التى تسبقه .

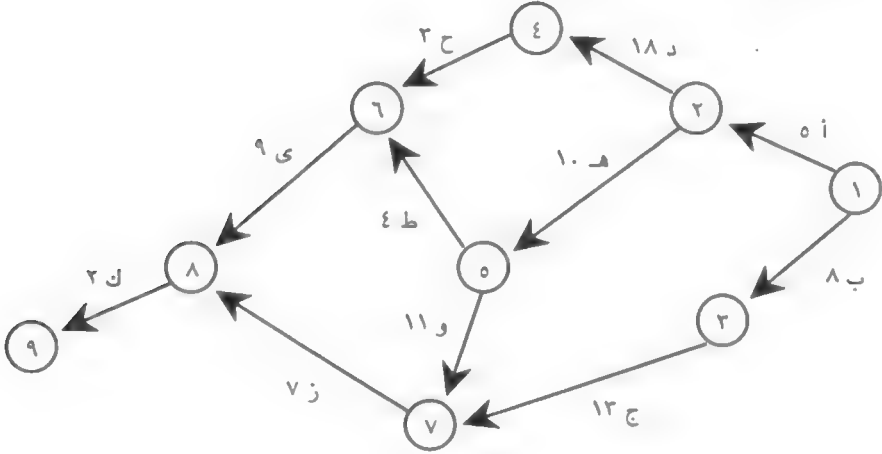
الأنشطة	الوقت المتوقع (يوم)	النشاط الذى يسبق
أ	٥	-
ب	٨	-
ج	١٣	ب
د	١٨	أ
هـ	١٠	أ
و	١١	هـ
ز	٧	ج ، و
ح	٣	د
ط	٤	هـ
ى	٩	ح ، ط
ك	٢	ز ، ى

المطلوب :

- ١- تحديد أوقات البدء والانتهاء الأبركر وأوقات البدء والانتهاء الأكثر تأخيراً للمشروع .
- ٢- تحديد الوقت الفائض لأنشطة المشروع .

الحل :

أولاً : رسم شبكية المشروع .



١- نحسب أوقات البدء والانتهاء الأكر باستخدام الممر الأمامى .

إن وقت البدء الأكر (ب ك) للنشاطين الأولين (٢-١) و (٣-١) اللذين لا يسبقهما نشاط يساوى صفرأ ، أما وقت الانتهاء الأكر (هـ ك) فيحسب وفق القاعدة الأولى (هـ ك = ب ك + وق) :

$$\text{هـ ك (٢-١)} = \text{ب ك (١-٢)} + \text{زمن} = ٥ + ٥ = ١٠ \text{ أيام .}$$

$$\text{هـ ك (٣-١)} = \text{ب ك (١-٣)} + \text{زمن} = ٨ + ٨ = ١٦$$

$$\text{ب ك (٤-٢)} = ٥$$

$$\text{ب ك (٥-٢)} = ٥$$

$$\text{ب ك (٦-٣)} = ٨$$

$$\text{هـ ك (٤-٢)} = ١٨ + ٥ = ٢٣$$

$$\text{هـ ك (٥-٢)} = ١٠ + ٥ = ١٥$$

$$\text{هـ ك} (٧-٣) = ١٣ + ٨ = ٢١$$

$$\text{ب ك} (٦-٤) = ٢٣$$

$$\text{ب ك} (٦-٥) = ١٥$$

$$\text{ب ك} (٧-٥) = ١٥$$

$$\text{هـ ك} (٦-٤) = ٢٣ + ٣ = ٢٦$$

$$\text{هـ ك} (٦-٥) = ١٥ + ٤ = ١٩$$

$$\text{هـ ك} (٧-٥) = ١٥ + ١١ = ٢٦$$

$$\text{ب ك} (٨-٦) = ٢٦$$

$$\text{ب ك} (٦-٥) = ١٥$$

$$\text{ب ك} (٨-٧) = ٢٦$$

يلاحظ أن العقدة (٧) فى الشبكية الآتية يدخلها سهمان (نشاطان) ، وأوقات الانتهاء الأبعد لهما هى :

هـ ك (٧-٥) يساوى (٢٦) ، هـ ك (٧-٣) يساوى (٢١) وحسب القاعدة الثانية ؛ فإن وقت البدء الأبعد للنشاط الخارج من تلك العقدة يأخذ الوقت الأكبر أى (٢٦) .

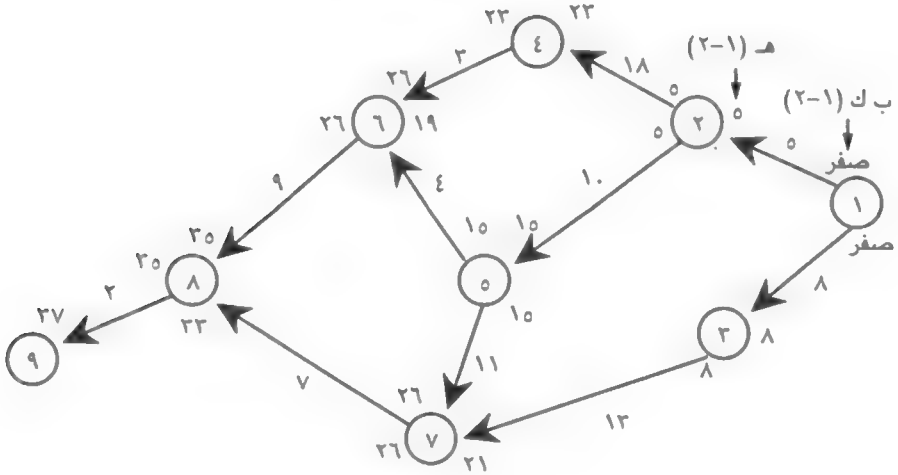
$$\text{هـ ك} (٨-٦) = ٢٦ + ٩ = ٣٥$$

$$\text{هـ ك} (٨-٧) = ٢٦ + ٧ = ٣٣$$

يلاحظ أن العقدة (٨) يدخلها سهمان (نشاطان) أوقات الانتهاء الأبعد لهما هى : (٣٣) (٢٣) ؛ لهذا فإن السهم الخارج يأخذ القيمة الأكبر أى (٣٥) ، إذن :

$$\text{ب ك} (٩-٨) = ٣٥$$

$$\text{هـ ك} (٩-٨) = ٣٥ + ٢ = ٣٧ \text{ يوماً .}$$



نحسب أوقات البدء والانتهاء الأكثر تأخيراً باستخدام الممر الخلفي .

نبدأ من العقدة الأخيرة (٩) : حيث إن وقت الانتهاء الأكبر للنشاط الأخير (٩-٨) هو (٣٧) يوماً ، وهو يساوي وقت الانتهاء الأكثر تأخيراً (هـ خ) ، أى :

$$\text{هـ خ (٩-٨)} = \text{هـ ك (٩-٨)} = ٣٧ \text{ يوماً .}$$

نحسب وقت البدء الأكثر تأخيراً (ب خ) للنشاط (٨-٧) وفق القاعدة الأولى :

$$\text{ب خ (٩-٨)} = ٣٧ - ٢ = ٣٥$$

$$\text{ب خ (٨-٧)} = \text{هـ خ (٨-٧)} = \text{هـ خ (٩-٨)} = ٣٥$$

$$\text{ب خ (٨-٧)} = ٣٥ - ٧ = ٢٨$$

$$\text{ب خ (٨-٦)} = ٣٥ - ٩ = ٢٦$$

$$\text{هـ خ (٧-٥)} = ٢٨$$

$$\text{هـ خ (٧-٣)} = ٢٨$$

$$\text{هـ خ (٦-٤)} = ٢٦$$

$$\text{هـ خ (٦-٥)} = ٢٦$$

$$\text{ب خ (٧-٥)} = ٢٨ - \boxed{١١} = ١٧$$

$$\text{ب خ (٧-٣)} = ٢٨ - ١٣ = ١٥$$

$$\text{ب خ (٦-٤)} = ٢٦ - ٣ = ٢٣$$

$$\text{ب خ (٦-٥)} = ٢٦ - \boxed{٤} = ٢٢$$

يلاحظ أن العقدة (٥) يدخلها سهمان (نشاطان) هما (٦-٥) ، ويساوى (٢٢) و (٧-٥) ويساوى (١٧) ، وحسب القاعدة الثانية نأخذ القيمة الأصغر ، أى ب خ (٧-٥) ، وهذا سوف يساوى وقت الانتهاء الأكثر تأخيراً للنشاط (٥-٢) ، إذن :

$$\text{هـ خ (٥-٢)} = ١٧$$

$$\text{هـ خ (٥-٢)} = ٢٣$$

$$\text{ب خ (٥-٢)} = ١٧ - ١٠ = ٧$$

$$\text{ب خ (٤-٢)} = ٢٣ - ١٨ = ٥$$

يلاحظ أن العقدة (٢) يدخلها سهمان (نشاطان) هما (٥-٢) و (٤-٢) ، وحسب القاعدة الثالثة نأخذ القيمة الأصغر لهذين السهمين الداخلين ، أى أصغر من (٧) و (٥) ، أى أن وقت البدء الأكثر تأخيراً للنشاط (٤-٢) هو الذى يؤخذ ، إذن :

$$\text{هـ خ (٢-١)} = \text{ب خ (٤-٢)} = ٥$$

$$\text{هـ خ (٢-١)} = \text{ب خ (٧-٣)} = ١٥$$

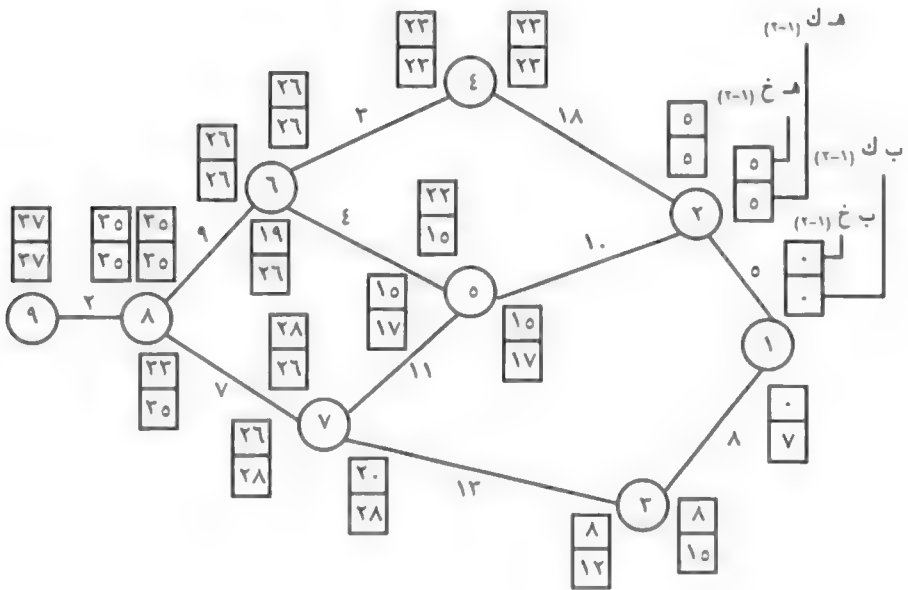


$$\text{ب خ} (٢-١) = ٥ - ٥ = \text{صفر}$$

$$\text{ب خ} (٣-١) = ٨ - ١٥ = ٧$$

إن الشبكية أدناه توضح هذه الحسابات (حسابات الممر الأمامي والممر الخلفي) ، كما أن الجدول الذي سيأتي بعدها يلخص نتائج هذه الحسابات ويحدد الوقت الفائض .

ملاحظة : إن أرقام الخلايا القريبة من أسهم أنشطتها تمثل أوقات البدء والانتهاء الأكبر ، وأرقام الخلايا البعيدة عن الأسهم تمثل أوقات البدء والانتهاء الأكثر تأخيراً .



الأنشطة	ب ك	هـ ك	ب خ	هـ خ	ف ك
٢-١	صفر	٥	صفر	٥	صفر
٣-١	صفر	٨	٧	١٥	٧
٤-٢	٥	٢٢	٥	٢٣	صفر
٥-٢	٥	١٥	٧	١٧	٢
٧-٣	٨	٢١	١٥	٢٨	٧
٦-٤	٢٣	٢٦	٢٣	٢٦	صفر
٦-٥	١٥	١٩	٢٢	٢٦	٧
٧-٥	١٥	٢٦	١٧	٢٨	٢
٨-٦	٢٦	٣٥	٢٦	٣٥	صفر
٨-٧	٢٦	٢٣	٢٨	٣٥	٢
٩-٨	٣٥	٢٧	٣٥	٢٧	صفر

يتضح من الجدول أن المسار الحرج للمشروع يتمثل في الأنشطة التي ليس فيها وقت فائض وهي : أ - د - ح - ي .

## ٢-٨- توزيعات الوقت الاحتمالية / بيرت :

في الفقرات السابقة كان هناك تقدير واحد لوقت النشاط في بيرت وطريقة المسار الحرج ، وهذا ما يمكن اعتماده في المشروعات التي يمكن السيطرة عليها ؛ حيث تعامل تقديرات الوقت على أساس أنها تتم في ظروف مؤكدة ، وهذا ما يحدث في المجالات الداخلية (ضمن المصنع مثلاً ، كما هو الحال في الصيانة الدورية ، حيث تنفيذ أنشطة برنامج الصيانة يعتمد على إدارة الصيانة دون تغييرات لا يمكن السيطرة عليها إلا في حدود دنيا جداً) . ولكن في منظمات الأعمال فإن القسم الأكبر من المشروعات والبرامج والمشكلات لا تكون بمثل هذا التاكيد ، وإنما تتداخل مع عوامل ومتغيرات وأطراف خارجية تجعل من غير الممكن وضع تقدير ناجح واحد لوقت النشاط ؛ لهذا يكون وقت النشاط هو العنصر الأكثر حرجاً وأهمية في نجاح التحليل الشبكي . ولواجهة أي انحراف محتمل في أوقات الأنشطة فإن المدخل الاحتمالي يكون ملائماً

لمعالجة هذه الانحرافات الممكنة ، وذلك من الأخذ بأكثر من تقدير واحد لوقت النشاط ، ففى ظروف عدم التأكد وهى الظروف التى تطور فيها أسلوب بيرت بالأصل ، كما هو الحال فى مشروعات البحث والتطوير (R and D) - يكون من الملائم من الناحية العملية استخدام ثلاثة تقديرات لوقت النشاط وهى :

- الوقت التفاؤلى هو الوقت الأدنى المطلوب لتنفيذ النشاط ، أو هو الوقت المطلوب فى ظروف مثالية لتنفيذ النشاط ونرمز له بالرمز (أ) .
- الوقت الأكثر ترجيحاً هو الوقت الأكثر احتمالاً الذى يكون مطلوباً لتنفيذ النشاط ، أو الوقت المطلوب فى ظروف اعتيادية لتنفيذ النشاط ونرمز له بالرمز (ج) .
- الوقت التشاؤمى هو الوقت الأقصى المطلوب لتنفيذ النشاط ، أو هو الوقت المطلوب فى أسوأ الظروف لتنفيذ النشاط ، ونرمز له بالرمز (ب) .

إن مديرى المشروعات يميلون عادةً لتقدير أوقات تشاؤمية للأنشطة التى يكونون مسؤولين عنها ؛ لأن مثل هذه الأوقات تكون هى الأطول ، وتعطيهم مرونة عالية لمواجهة الظروف المحتملة ، إلا أن الجهات الإدارية الأعلى أو الجهات المستفيدة من جانبها تميل عادةً لتقدير أوقات تفاؤلية للأنشطة التى تريد إنجازها بأقصر وقت ممكن ، ولكن هاتين الحالتين المتطرفتين تصطدمان بالظروف الاعتيادية التى لن تكون فى أغلب الأحيان هى الأسوأ (ظروف التشاؤم) ، كما لن تكون فى أغلب الأحيان أيضاً هى المثالية (ظروف التفاؤل) ؛ لهذا يكون التقدير الآخر ، أى الوقت الأكثر ترجيحاً ذو فرصة أكبر (احتمالاً أكبر) فى التحقيق ، ومع ذلك فإن هذا لا يعنى إهمال الحالتين المتطرفتين : التشاؤم والتفاؤل ؛ لهذا ومن أجل استخدام جميع هذه التقديرات نستخدم الوقت المتوقع ونرمز له بالرمز (و ق) ليمثل هذه التقديرات الثلاثة باستخدام الصيغة الآتية :

ولتوضيح استخدام هذه الصيغة لنفرض أن لدينا مشروعاً يتكون من الأنشطة وتقديرات الوقت الثلاثة للأنشطة كما فى الجدول رقم (٦-٢) .

$$\text{وق} = \frac{أ + ٤ج + ب}{٦} \quad (٦-٢)$$

الجدول رقم (٢-٦) : تقديرات الوقت الثلاثة للأنشطة

الأنشطة	الوقت التفاؤلى (أ) (يوم)	الوقت الأكثر ترجيحاً (ج) (يوم)	الوقت التشاؤمى (ب) (يوم)
ك	٨	٩	١٠
ص	٩	١٤	٢٥
س	٥	٧	١١

وباستخدام المعادلة (٢-٦) نحصل على :

$$\text{وق (ك)} = \frac{٨ + (٩ \times ٤) + ١٠}{٦} = ٩ \text{ أيام}$$

$$\text{وق (ص)} = \frac{٩ + (١٤ \times ٤) + ٢٥}{٦} = ١٥$$

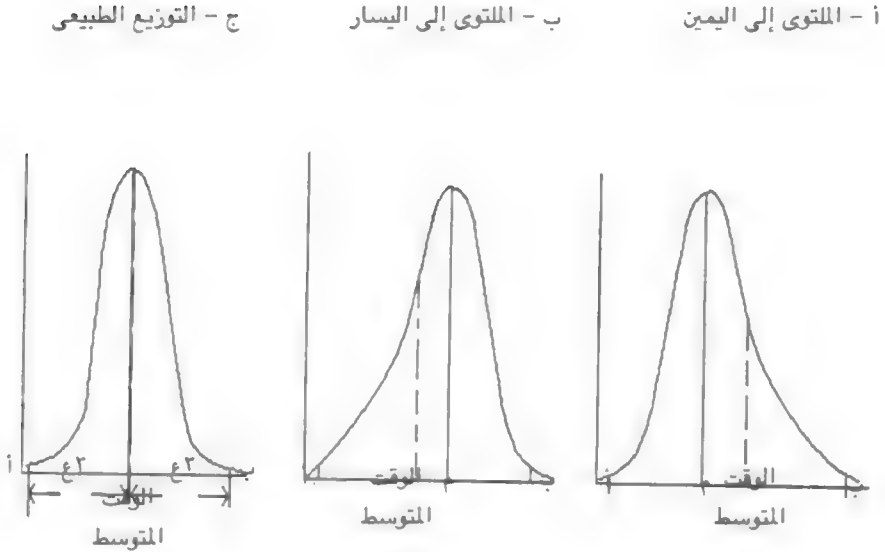
$$\text{وق (س)} = \frac{٥ + (٧ \times ٤) + ١١}{٦} = ٧,٢$$

ولأن (أ) تمثل الوقت التفاؤلى و (ب) تمثل الوقت التشاؤمى ، وهما يختلفان فى العلاقة مع (ج) الوقت الأكثر ترجيحاً ؛ لهذا فإن التوزيع الاحتمالى لكل من (أ) و (ب) يكون إلى يسار ويمين (ج) . والواقع أن فريق البحث الذى أدخل أسلوب بيرت أكد على أن توزيع بيتا يلائم توزيع هذه التقديرات لأوقات الأنشطة ؛ لذلك استخدم توزيع بيتا لتحديد المتوسط أو الوقت المتوقع لكل نشاط .

فى التحليل الشبكى فإن وقت كل نشاط يعالج لمتغير عشوائى مشتق من توزيع بيتا الإجمالى . وهذا التوزيع يمكن أن يأخذ أشكالاً مختلفة بما يسمح لتقدير الوقت الأكثر ترجيحاً (ج) أن يقع فى أى موقع بين تقدير الوقت التفاؤلى (أ) وتقدير الوقت التشاؤمى (ب) ، فيمكن أن يكون ملتوياً إلى اليمين أو إلى اليسار أو حتى تماثلياً ؛ مما يعنى أن توزيع بيتا يمكن أن يأخذ أشكالاً عديدة . وأن تقدير الوقت الأكثر ترجيحاً هو منوال توزيع بيتا أو هو الوقت ذو الاحتمال الأكبر فى الظهور . وهذه الحالة لا تكون ممكنة فى التوزيع الطبيعى الذى يكون متماثلاً ؛ حيث إنه يتطلب المنوال ؛ ليكون ذا بعد متساوٍ عند نقاط نهايتى التوزيع . والشكل رقم (٢-٧) يوضح توزيع بيتا

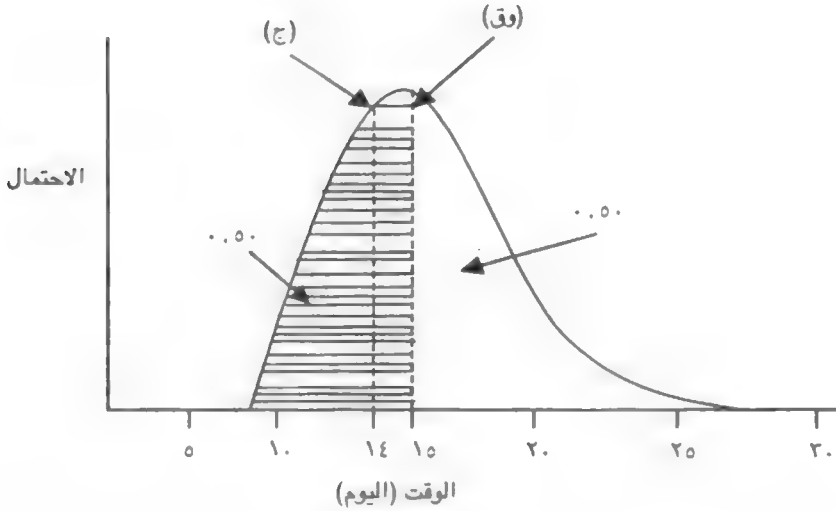
الملتوى إلى اليمين ، وفى (ب) الملتوى إلى اليسار . فى حين يمثل فى (ج) التوزيع الطبيعى الذى فيه يكون الوقت المتوسط تقريباً هو نفس الوقت الأكثر ترجيحاً . إذا كانت (أ) تبعد عن (ب) ستة انحرافات معيارية ؛ فإن وقت النشاط الفعلى سيقع بينهما بنسبة (٩٩.٤٧٪) ، مع التاكيد على أن المشروعات لا يمكن تقدير أوقاتها بثقة (١٠٠٪) سواء بالحد الأدنى التفاولى والأقصى التشاؤمى للوقت ؛ لهذا يتم البحث عن تقديرات بنسبة ثقة (٩٥٪) ، ولعل هذا يوضح صعوبة أساسية فى صعوبة التقدير الفعلى لأوقات الأنشطة المختلفة فى الشبكيات .

### الشكل رقم (٢-٧) : توزيع بيتا والتوزيع الطبيعى



وإذا ما عدنا إلى مثالنا ، وأخذنا النشاط (ص) ، وعلى أساس توزيع بيتا لتقديرات الوقت الثلاثة والوقت المتوقع (وق) لهذا النشاط ؛ فإن الشكل رقم (٢-٨) يوضح التوزيع الاحتمالى لهذا التقديرات فى بيرت .

الشكل رقم (٢-٨) : التوزيع الاحتمالي لتقديرات أوقات بيرت



إن الوقت المتوقع (وق) للنشاط يمثل متوسطاً معدلاً للتقديرات الثلاثة ، إلا أن السؤال الذي يمكن أن يطرح هو : لماذا نستخدم التقديرات الثلاثة وفيما بعد الوقت المتوقع (وق) ، ولماذا لا نعتمد فقط على التقديرات البسيطة للأوقات المتوقعة ؟ والإجابة عن هذا الأسئلة تكمن في أننا نحتاج أن نعرف درجة التعويل على تقدير الوقت : فإذا الوقت المطلوب لإكمال النشاط متغير بدرجة كبيرة (أي أن مدى التقدير من الوقت المتفائل إلى الوقت المتشائم كبير جداً : فإن الوقت المتوقع (وق) سيكون أقل ثقة من النشاط الآخر ذي مدى التقدير الضيق . فلو عدنا إلى النشاط (ص) نجد أن تقديرات الوقت الثلاثة هي : (٩) ، (١٤) و (٢٥) ، والوقت المتوقع (وق) هو (١٥) ، وهذه التقديرات ذات مدى تغير كبير ، وبالتالي تكون أقل ثقة مما لو كانت هذه التقديرات

مثلاً هي : (١٤) ، (١٥) و (١٦) ؛ حيث إن هذه الأخيرة تكون أقل قدرة على التغير وأكثر ثقة ؛ لذلك فإن المدى الواسع للتقديرات يمثل درجة أكبر من عدم التأكد ، ويكون الوقت المتوقع موضع شك أكبر ، أى أن احتمال إكمال النشاط (أو المشروع) فى موعده يكون قليلاً ، إن مزية تقديرات الوقت الثلاثة هي فى إمكانية احتساب التشتت لأوقات النشاط ، وبالتالي استخدام هذه المعلومات ؛ لتقييم عدم التأكد فى إكمال المشروع فى موعده . وفى بيرت كما فى المشكلات الإحصائية الأخرى ؛ فإن التباين هو المقياس المستخدم لوصف التشتت أو التغير فى تقديرات وقت النشاط .

إن التباين هو مربع الانحراف المعيارى (ع) ، ويمكن احتساب الانحراف المعيارى لوقت النشاط باعتباره سدس (٦/١) الفرق بين تقديرات الوقت المتشائم والمتفائل .

$$\frac{أ - ب}{٦} = \text{الانحراف المعيارى (ع)}$$

$$\text{إذن : التباين (ع)} = \left[ \frac{(أ - ب)}{٦} \right]^2 \text{ أو } \frac{(أ - ب)^2}{٣٦} \quad (٧-٢)$$

إذا أخذنا مرة أخرى الأنشطة فى الجدول (٦-٢) يمكن احتساب الانحراف المعيارى والتباين لها كالاتى :

$$\text{ع ك} = \frac{٨ - ١٠}{٦} = ٠.٣٣$$

$$\text{ع ن} = (٠.٣٣)^2 = ٠.١١$$

$$\text{ع ص} = \frac{٩ - ٢٥}{٦} = ٢.٦٧$$

$$\text{ع ص} = (٢.٦٧)^2 = ٧.١٣$$

$$ع(س) = \frac{١١ - ٥}{٦} = ١,٠٠$$

$$ع(س) = {}^٢(١) = ١$$

الأنشطة	أ	ج	ب	وق	ع	ع
ك	٨	٩	١٠	٩	٠,٣٣	٠,١١
ص	٩	١٤	٢٥	١٥	٢,٦٧	٧,١٣
س	٥	٧	١١	٧,٣	١,٠٠	١,٠٠

رغم افتراضنا توزيع بيتا في التحليل الشبكي : فإن هذا التحليل يقوم على نظرية الحد المركزي التي تفترض الانتظار بغض النظر عن التوزيع الأصلي للأنشطة المفردة . وفيما يتعلق بهذا الجانب فلا فرق في أن يكون التوزيع الحقيقي هو توزيع بيتا أو ما يشابه ذلك . ولقد احتسبنا الوقت المتوقع (وق) والانحراف المعياري والتباين لأوقات الأنشطة ، وعلى افتراض أن تقديرات وقت هذه الأنشطة هي متغيرات عشوائية ، وأن متوسطها هو أيضاً متغير عشوائي ، وأن أنشطة الشبكة هي متغيرات مستقلة إحصائياً : لهذا وحسب نظرية الحد المركزي ، فإن متوسط الأنشطة وبشكل تقريبي موزع توزيعاً طبيعياً : لهذا من الممكن أن نسال عن احتمال إكمال كل نشاط في موعد معين ، واستناداً إلى مستوى الثقة المرغوب . فمثلاً إن النشاط (ص) كان وقته المتوقع (١٥) يوماً ، ماهو احتمال إكمال هذا النشاط في (١٦) يوماً ، والإجابة عن ذلك تكون بتحديد المساحة تحت المنحنى باستخدام الصيغة الآتية مع الاستعانة بجدول المساحة تحت المنحنى الطبيعي حيث :

$$م = \frac{\text{الفرق المطلق عن المتوسط}}{\text{الانحراف المعياري}} = \frac{(\text{الوقت المعنى} - \text{الوقت المتوقع})}{\text{الانحراف المعياري}} = \frac{(٨-٢)}{\text{الانحراف المعياري}}$$

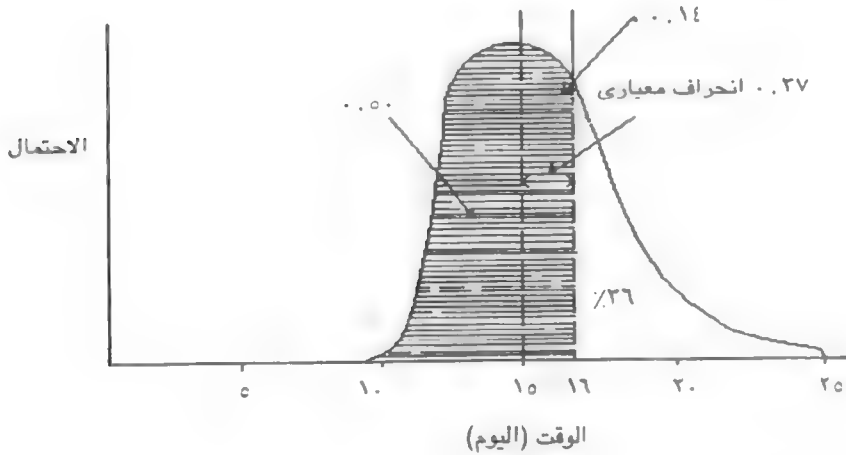


حيث (م) تمثل القيمة القياسية للإحداثى السيني الممثل للفترة المطلوبة (الوقت المعنى) ، أى تمثل المساحة بين إحدائى المتوسط (الوقت المتوقع) والوقت المعنى تحت المنحنى ، أى :

$$م = \frac{١٥ - ١٦}{٢,٦٧} = -٠,٣٧ \text{ انحراف معيارى .}$$

وباستخدام الجدول فى الملحق (ب) والبحث فى العمود (٠,٠٧) والصف (٠,٣) عما يقابل (٠,٣٧) ، نجد أن المساحة تحت المنحنى والتي تقع بين الأحداث هى تقريباً (٠,١٤) ، ولذلك فإن المساحة التى إلى اليسار (١٦) يوماً تكون (٠,١٤ + ٠,٥٠ = ٠,٦٤) ، أى أن احتمال اكتمال النشاط (ص) فى (١٦) يوماً هو (٦٤٪) . وبعبارة أخرى فإن احتمال تأخر إكمال المشروع إلى ما بعد (١٦) يوماً يساوى (٣٦٪) . إن الشكل رقم (٩-٢) يوضح ذلك ؛ حيث إن الوقت المعنى (١٦) يوماً يضيف مساحة تحت المنحنى (٠,١٤) بين الأحداث بين (١٥) يوماً ، و (١٦) يوماً إلى احتمال (٠,٥٠) الذى يمثل المساحة تحت المنحنى إلى اليسار المتوسط .

الشكل رقم (٩-٢) : احتمال إكمال النشاط (ص) فى (١٦) يوماً



من الواضح أن احتمال اكتمال كل نشاط يؤدي إلى زيادة الجهد الحسابي ، كما أنه قد لا يكون ضرورياً بنفس القدر الذي يمثله احتمال إكمال المشروع كله ، إضافة إلى أن الأنشطة لا توجد مفصلة ، أي أنها ترتبط بأنشطة أخرى ضمن المسار الذي يقع فيه ؛ لهذا يتم اللجوء إلى إجراء الحسابات على المسارات (التي من الممكن أن توجد منفصلة عن بعضها) وليس على الأنشطة المكونة لها . ولتوضيح ذلك لنفرض أن الأنشطة (ك ، ص ، س) الواردة في الجدول (٢-٦) تمثل مساراً حرجاً للمشروع ، حيث الوقت المتوقع (وق) للأنشطة الثلاثة هو (٩ + ١٥ + ٧.٣ = ٣١.٣) ، ويتم احتساب الانحراف المعياري للمسار الحرج ( الانحراف المعياري للمشروع ) وفق الصيغة الآتية :

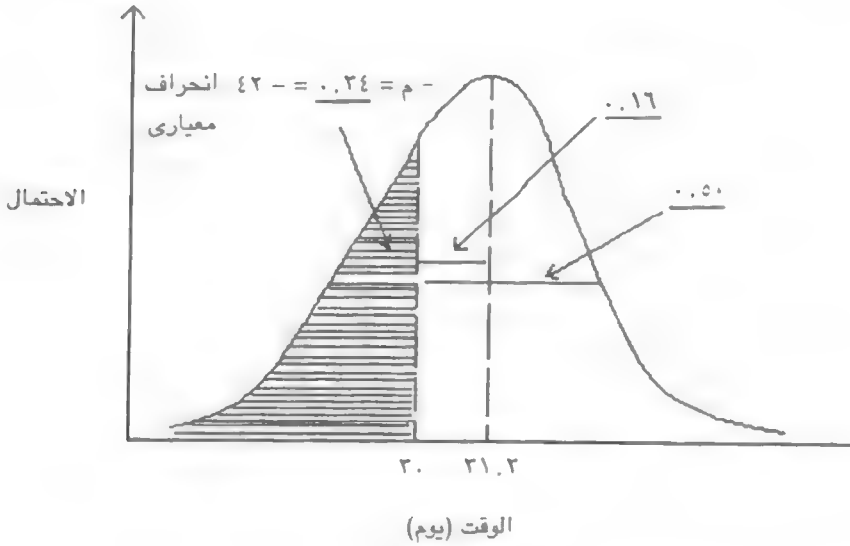
$$\begin{aligned} \text{ع المسار الحرج} = \text{ع المشروع} &= \sqrt{\text{ع}^2 \text{س} + \text{ع}^2 \text{ص} + \text{ع}^2 \text{ك}} = \sqrt{١.٠٠ + ٧.١٣ + ٠.١١} = \\ &= \sqrt{٨.٢٤} = ٢.٨٧ \end{aligned}$$

والآن ما هو احتمال اكتمال المشروع في (٣٠) يوماً ؟ للإجابة نستخدم الصيغة (٢-٨) وهي كالآتي :

$$م = \frac{٣١.٣ - ٣٠}{٢.٨٧} = \frac{١.٣}{٢.٨٧} = ٠.٤٢$$

ومن الجدول في الملحق (ج) نجد أن المساحة تحت المنحنى التي تقابل (٠.٤٢) . وهي تقريباً (٠.٣٤) . ومن الشكل (٢-١٠) نلاحظ أن إكمال المشروع في (٣٠) يوماً والذي مساره الحرج يتطلب (٣١.٣) يوم ، يكون ذا احتمال ضعيف هو (٣٤٪) ، أي أن احتمال عدم إكماله في (٣٠) يوماً هو (٦٦٪) .

## الشكل رقم (٢-١٠) : احتمال إكمال المشروع فى (٣٠) يوماً



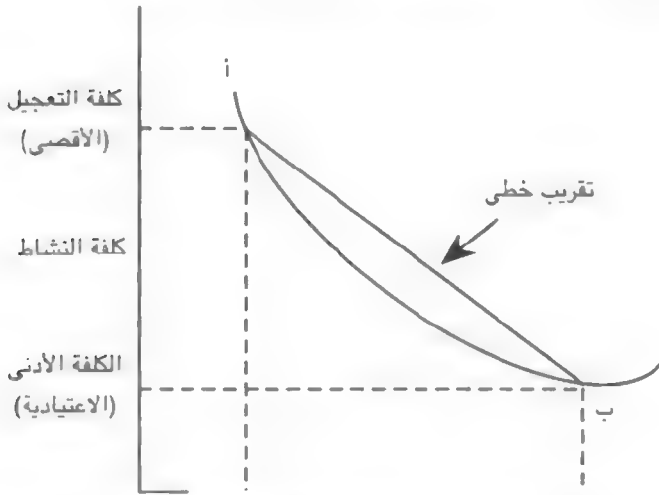
## ٢-٩- شبكيات بيرت / الكلفة :

إن الشبكيات التى تم التطرق إليها فى الفقرات السابقة تعتمد على الوقت فقط ، أى أن العامل الحرج ومقياس الفاعلية هو الوقت فقط ، وهذه الشبكيات تدعى بيرت / الوقت ، ولكن هذا الاستخدام للشبكيات قد يكون مقبولاً فى بعض الحالات إلا أنه لا يكون كذلك فى كثير من الحالات ، والسبب يعود إلى عاملين أساسيين فى هذا الاستخدام هما : الأول ، هو أن شبكيات بيرت / الوقت لا تسمح بالتركيز المباشر على الكلفة رغم أنها عامل مهم فى تقييم أداء المديرين والشركات ، والثانى ، أنها لا تحقق تكامل أنشطة التخطيط والرقابة على الشبكيات مع الخطط المالية والموازنة فى الشركات ؛ لهذا يكون من الضروري توسيع شبكيات بيرت / الوقت ؛ لتشمل عامل الكلفة ، وهذا ما يتم تحقيقه من خلال شبكيات بيرت / الكلفة .

إن تنفيذ المشروعات يتم عادة باستخدام موارد معينة تتناسب مع الوقت الاعتيادي المطلوب لإنجاز أنشطته ، ويمكن أيضاً باستخدام موارد إضافية تخفيض وقت هذه الأنشطة ، وبالتالي وقت إكمال المشروع كله ، ومن الضروري دراسة مثل هذه الحالات : من أجل تحقيق المنافع الاقتصادية الممكنة ، وهذا ما يحصل في شبكيات بيرت والمسار الحرج من خلال ما يدعى بمبادلة الوقت بالكلفة : فبعض المشروعات قد يتأخر فيها نشاط أو أكثر من الأنشطة الحرجة : مما يؤدي إلى احتمال تأخر إكمال المشروع كله ، والتعرض لتحمل دفع جزاءات بسبب التأخر : لهذا تسعى إدارة المشروع لتجنب هذه الجزاءات من خلال استخدام موارد إضافية لتعجيل تنفيذ الأنشطة الحرجة الأخرى لإكمال المشروع في موعده .

لابد من التأكيد على أن تقدير أوقات الأنشطة يتطلب بالمقابل تقدير الموارد المطلوبة لتنفيذها : مما يعنى بالضرورة أن هناك علاقة تبادلية مابين الموارد والوقت في حدود معينة ، بمعنى أن أغلب الأنشطة يمكن تنفيذه بأكثر من طريقة واحدة وبأكثر من تقدير للوقت وفق الموارد المستخدمة ، فإذا كان الوقت الاعتيادي يتطلب قدرأ معيناً من المواد : فإن الوقت المعجل يتطلب موارد أكبر تتناسب مع فترة التعجيل وكلفة التعجيل في وحدة الزمن ( يوم أو أسبوع وغيرها ) ؛ لهذا يمكن أن نشير إلى وجود تركيبات متعددة للكلف (الموارد) والوقت المطلوب لكل نشاط ، وبالعلاقة خطية يمكن رسمها بيانياً من خلال الشكل البياني للوقت والكلفة ، كما هو واضح في الشكل رقم (٢-١١) .

الشكل رقم (٢-١١) : العلاقات التبادلية بين الوقت والكلفة



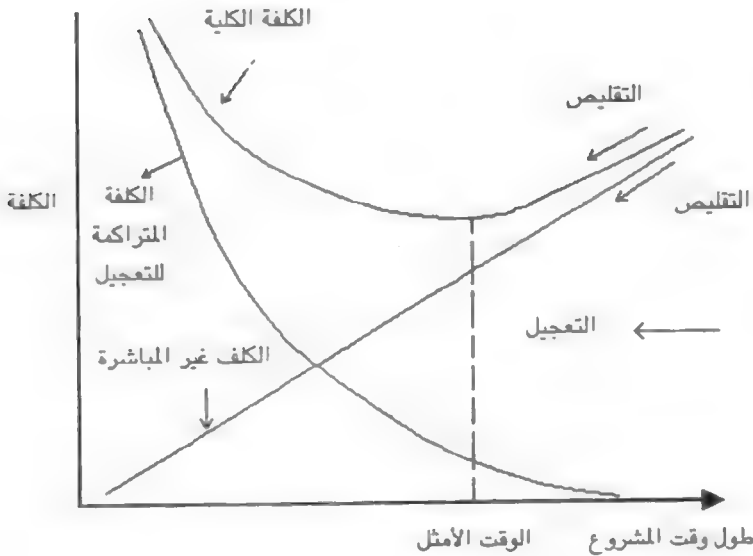
$$\text{ميل خط الكلفة - الوقت} = \frac{\Delta \text{ الكلفة}}{\Delta \text{ الوقت}} = \frac{\text{كلفة التعجيل - الكلفة الاعتيادية}}{\text{وقت التعجيل - الوقت الاعتيادي}}$$

إن الطبيعة العامة للكلف المباشرة تتسم بميلها في البداية للانحدار بسبب التوازن الأفضل بين الموارد (الكلف) والوقت ، وبعدها تبدأ بالارتفاع مشيرةً إلى استخدام أقل كفاءة للموارد ، إن نقاط خط الاتصال المتقطع (أ) و (ب) تعطى تقريباً خطياً لمنحنى (أ ب) حيث (أ) تمثل الكلفة الأقصى في الوقت المعجل الأقصى ، في حين أن (ب) تمثل الكلفة الأدنى لإنجاز النشاط في الوقت الاعتيادي (الأقصى) للنشاط . وإذا رسمنا منحنى الكلفة المباشرة للمشروع : فإنه سيكون مشابهاً بالشكل لذلك النشاط الواحد .

إن الكلف غير المباشرة (كما هو الحال في الجزاءات) تكون أيضاً ذات علاقة خطية مع وقت التأخير ، وبنفس الطريقة تكون العلاقة خطية في أحيان كثيرة بين التعجيل والمنافع الاقتصادية المتحققة : فقد تعمل إدارة المشروع من أجل التعجيل لتحقيق هذه

المنافع من خلال خفض الكلف غير المباشرة المترافقة مع استمرار المشروع مثل كلف الآلات والإشراف والأفراد ؛ حيث تستمر في تعجيل الأنشطة مادامت كلفة التعجيل أقل من المنافع المتحققة منه ؛ حتى تصل كلفة التعجيل إلى مستوى تصبح فيه أكبر من المنافع المتحققة والشكل رقم (١٢-٢) يوضح أن التعجيل يخفض الكلف غير المباشرة ، ويزيد الكلف المباشرة ، وعند نقطة معينة (نقطة الكلفة الكلية الأدنى) يمكن أن يتحدد مستوى التعجيل المطلوب الذي يسبق الحد الأدنى من كلا النوعين من الكلف المباشرة وغير المباشرة .

الشكل رقم (١٢-٢) : أنشطة التعجيل وعلاقته بالكلف غير المباشرة



إن عملية التعجيل وهى تنفيذ النشاط (أو المشروع) فى وقت أقصر باستخدام موارد إضافية - تستلزم معرفة كلفة كل نشاط بصورة عامة وكلفة تعجيله فى كل وحدة وقت ، وبشكل عام فإن القيام بعملية التعجيل يتطلب معلومات أساسية عن :

أ - التوصل إلى تقديرات الأوقات الاعتيادية والمعجلة والكلف المتعلقة بكل نشاط من أنشطة المشروع .

ب- تحديد أطوال المسارات والأوقات الفائضة فيها .

ج- تحديد المسار الحرج والأنشطة الواقعية عليه .

د- البدء بالأنشطة الحرجة (الواقعة على المسار الحرج) : من أجل تعجيلها بعد ترتيبها تنازلياً حسب كلفة التعجيل : فيكون التعجيل أولاً بالأنشطة الحرجة الأقل كلفة ، والاستمرار بذلك مع مراعاة عاملين أساسيين : الأول هو الاستمرار بالتعجيل إذا لم تتجاوز كلف هذا التعجيل المنافع المتحققة ، والثانى : أن التعجيل يجب أن يتم فى المسار الحرج مع مراعاة أن تقلص المسار الحرج قد يجعل المسارات الأخرى حرجة أيضاً ؛ مما يتطلب تقليصاً متزامناً فى مسارين أو أكثر ؛ حيث فى بعض الحالات يكون اقتصادياً تقليص النشاط المشترك الذى يقع على مسارين حرجين أو أكثر ؛ لأن كلفة التعجيل تكون أقل مما لو تم التعجيل فى كل نشاط على انفراد .

لنفرض أن عملية إدخال الآلات الجديدة ونصبها ، وتدريب العمال عليها ، وتهيئة الآلات والمواد الأولية من أجل الإنتاج - تحتاج إلى أنشطة معينة يمكن تعجيلها بالكلفة كما هو مبين فى الجدول رقم (٢-١٣) الآتى :

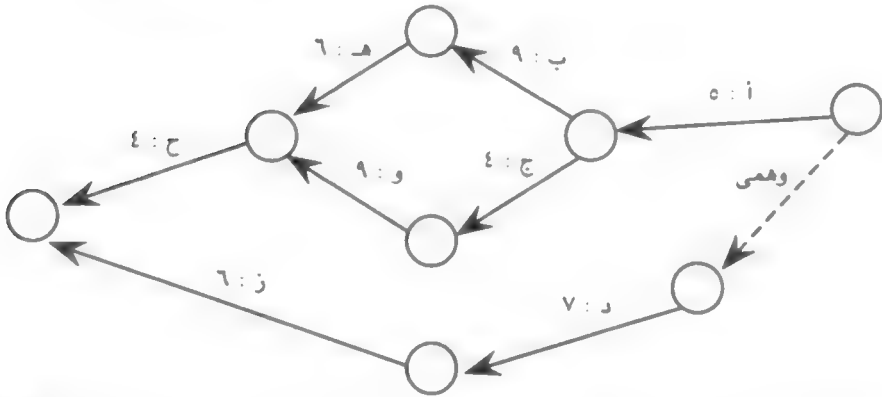
الجدول رقم (٢-١٣) : مشروع إدخال الآلات الجديدة

الأنشطة	النشاط الذي يسبقه مباشرة	الوقت الاعتيادي (أسبوع)	كلفة التعجيل أسبوع/ دينار	العدد الأقصى لأسابيع التعجيل
أ	-	٥	٢٠٠	٢
ب	أ	٩	١٢٥٠	٣
ج	أ	٤	٢٥٠	١
د	-	٧	٣٠٠	١
هـ	ب	٦	٨٠٠	٣
و	ج	٩	- لا يمكن تعجيله	-
ز	د	٦	٥٠٠	٢
ح	هـ، و، ز	٤	٧٠٠	١

إذا كانت الكلف غير المباشرة التي يتحملها المشروع كل أسبوع (١٢٠٠) دينار ، فما هي العلاقة المتلى بين الوقت / الكلفة ؟ ومن أجل الإجابة بشكل أكثر تفصيلاً بهدف التوضيح : نقوم بعمل الآتى :

أولاً : رسم شبكية المشروع كما يظهر فى الشكل (٢-١٤) . يلاحظ أننا استخدمنا النشاط الوهمى : لأن لكل شبكية عقدة بداية واحدة .

الشكل رقم (٢-١٤) : شبكية مشروع إدخال الآلات الجديدة





ثانياً : تحديد المسارات فى الشبكية ومنها المسار الحرج وأطولها .

المسارات	أطولها (أسبوع)	المسار الحرج
أ - ب - هـ - ح	٢٤	المسار الحرج
أ - ج - و - ح	٢٢	-
د - ز	١٣	-

نلاحظ أن المسار الحرج (٢٤) أسبوعاً والمسار الذى هو أقرب إلى المسار الحرج (٢٢) أسبوعاً متقاربان ، وأن النشاطين (أ) و (ح) هما نشاطان مشتركان .

ثالثاً : ترتيب أنشطة المسار الحرج بشكل تنازلى حسب كلفة التعجيل والعدد الأقصى الممكن لأسابيع التعجيل وهى كالاتى :

النشاط	كلفة التعجيل (أسبوع / دينار)	العدد الأقصى لأسابيع التعجيل
أ	٢٠٠	٢
ح	٧٠٠	١
هـ	٨٠٠	٣
ب	١٢٥٠	٣

رابعاً : البدء بتعجيل النشاط ذى أقل كلفة تعجيل ، وفى هذه الحالة النشاط (أ) هو الأقل كلفة ، ومن الأفضل أن يتم التخفيض بهذا النشاط ؛ لأنه نشاط مشترك فى المسارين المتقاربين الأساسيين فى الشبكية . كما أن من الأفضل أن تقوم بالتخفيض لأسبوع واحد ، وتفحص المسارات للتأكد من المسار الحرج وحالة المسارات الأخرى ، وبتخفيض النشاط (أ) بيوم واحد وبكلفة (٢٠٠) دينار ؛ يكون المسار هو : (أ - ب - هـ - ح) وطوله (٢٣) أسبوعاً ، وهو المسار الحرج ؛ لأن المسار الآخر (أ - ج - و - ح) يصبح طوله (٢١) أسبوعاً بعد تخفيض النشاط (أ) أسبوعاً واحداً ؛ ولأن بالإمكان تعجيل النشاط (أ) لأسبوع آخر وبكلفة (٢٠٠) دينار وهى كلفة أدنى بالمقارنة مع كلفة تعجيل الأنشطة الأخرى ؛ لهذا نقوم بهذا التعجيل فيكون وقت النشاط المعجل (أ) هو أسبوعين ، ويظل المسار : (أ - ب - هـ - ح) وطوله (٢٢) أسبوعاً هو المسار الحرج ؛

لأن المسار الآخر (أ - ج - و - ح) طوله (٢٠) أسبوعاً بعد تعجيل النشاط (أ) بأسبوعين ، أما المسار الأخير (د ، ز) فإنه بدون تعجيل وطوله (١٢) أسبوعاً .

نواصل عملية التعجيل بالنشاط (ح) بعد أن أصبح النشاط (أ) غير قابل للتعجيل : لأن العدد الأقصى لأسابيع التعجيل قد استنفذ كله . نقوم بتعجيل النشاط (ح) أسبوعاً واحداً بكلفة (٧٠٠) دينار : ولأن هذا النشاط مرة أخرى هو نشاط مشترك فى المسارين المتقاربين : فإن المسار نفسه (أ - ب - هـ - ح) وطوله (٢١) أسبوعاً بعد تخفيض النشاط (ح) هو المسار الحرج . وبعدها لا يمكن تعجيل النشاط (ح) لاستنفاد العدد الأقصى لأسابيع التعجيل . لنبدأ بعده فى تخفيض (تعجيل) النشاط (هـ) وهو نشاط مستقل بأسبوع واحد وبكلفة (٨٠٠) دينار (وهى أقل من الكلف غير المباشرة ١٢٠٠ دينار / أسبوع) ، ولأن المسار (أ - ب - هـ - ح) يظل هو المسار الحرج : نقوم ثانية بتخفيض النشاط (هـ) بأسبوع ثانٍ وبكلفة (٨٠٠) دينار ؛ ليصبح المسار الحرج (أ - ب - هـ - ح) طوله (٢٠) أسبوعاً مساوياً لطول المسار الآخر (أ - ج - و - ح) الذى أصبح بدوره مساراً حرجاً ثانياً .

والآن فلندرس إمكانيات التعجيل ، ويمكن أن نلاحظ أن النشاطين المشتركين ( أ ) و (ح) قد استنفدا وأصبح من غير الممكن تعجيلهما ، أما الأنشطة الأخرى فهى الأنشطة المستقلة وكلفتها كالاتى :

المسارات	الأنشطة	كلفة التعجيل (أسبوع / دينار)
المسار الأول	ب	١٢٥٠
	هـ	٨٠٠
المسار الثانى	ج	٢٥٠
	و	- لا يمكن تعجيله

نلاحظ من البيانات السابقة أن (هـ) على المسار الأول يمكن تعجيلها بكلفة (٨٠٠) دينار للأسبوع الواحد ، وهذا التعجيل لا يكون ذا أهمية أو جدوى إذا لم يتم فى الوقت نفسه تعجيل النشاط (ج) وبكلفة (٢٥) ديناراً ؛ من أجل تقليص المسارين الحرجين بأسبوع واحد ، وهذا ما ينبغى القيام به ؛ لأن كلفة التعجيل للنشاطين (هـ) و (ج) هى

(٨٠٠ + ٢٥٠ = ١٠٥٠ ديناراً) وهي أقل من الكلفة غير المباشرة التي تحملها المشروع عن استمرار العمل الأسبوع (١٢٠٠) دينار . وبعدها لا يمكن تعجيل المشروع : لأن النشاط (هـ) قد استنفذ كل الأسابيع المتاحة من أجل التعجيل وكذلك النشاط (ج) ، كما أن تعجيل النشاط (ب) غير اقتصادي ؛ لأن كلفة (١٢٥٠) دينار / أسبوع هي أكبر من الكلفة غير المباشرة للمشروع ، إضافة إلى أن تعجيل النشاط (ب) لا أهمية له : لأن المسار الثاني سيظل هو المسار الحرج . إن الجدول رقم (٢-١٥) يلخص هذه العمليات .

الجدول رقم (٢-١٥) : نتائج التعجيل وكلفته

الخطوات	أ ب ج ح د	طول المسارات	كلفة التعجيل دينار/ أسبوع	النشاط الأسابيع المعجل المعجلة	كلفة مباشرة	كلفة غير مباشرة	كلفة كلية
١	٢٤ ٢٢ ١٣	أ ٢٠٠ .. ..	٢	أ ٢	٤٠٠	٢٦٤٠٠	٢٦٨٠٠
٢	٢٢ ٢٠ ١٣			ح ١	١١٠٠	٢٥٢٠٠	٢٦٣٠٠
٣	٢١ ١٩ ١٣	هـ ٨٠٠	٢	هـ ٢	٢٧٠٠	٢٢٨٠٠	٢٥٥٠٠
٤	١٩ ١٩ ١٣	هـ ج ١٠٥٠	١	ج ١	٣٧٥٠	٢١٦٠٠	٢٥٣٥٠
٥	١٨ ١٨ ١٣	لا تخفيضات لاحقة في وقت المشروع					

خامساً : نلاحظ من الجدول (٢-١٥) والمعلومات المتعلقة بالمشروع أن البدائل المتاحة هي :

البديل الأول : كلفته الكلية في هذه الحالة مساوية للكلفة غير المباشرة =  $١٢٠٠ \times ٢٤ = ٢٨٨٠٠$  دينار (بدون تعجيل) .

البديل الثاني : كلفته الكلية (المباشرة وغير المباشرة) =  $١٢٠٠ \times ٢٢ + ١١٠٠ = ٢٦٨٠٠$  دينار (تعجيل النشاط (أ) بمدة أسبوعين ، وفيه المسار الحرج طوله (٢٢) أسبوعاً) .

البديل الثالث : كلفته الكلية =  $(1200 \times 21) + 1100 = 26300$  دينار (تعجيل النشاط (أ) بمدة أسبوعين ، والنشاط (ح) بمدة أسبوع ، والنشاط (هـ) بمدة أسبوعين والمسار الحرج طوله (١٩) أسبوعاً) .

البديل الرابع : كلفته الكلية =  $(1200 \times 19) + 2700 = 25500$  دينار (تعجيل النشاط (أ) بمدة أسبوعين ، والنشاط (ح) بمدة أسبوع ، والنشاط (هـ) بمدة أسبوعين ، والمسار الحرج طوله (١٩) أسبوعاً) .

البديل الخامس : كلفته الكلية =  $(1200 \times 18) + 3750 = 25350$  ديناراً (تعجيل النشاط (أ) بمدة أسبوعين ، والنشاط (ح) بمدة أسبوع ، والنشاط (هـ) بمدة أسبوعين ، والنشاطان (هـ،ج) بمدة أسبوع ، والمسار الحرج طوله (١٨) أسبوعاً) .

والبديل الأفضل هو البديل الخامس : لأنه أدنى كلفة وأقصر وقت ممكن لإكمال المشروع . ولا بد من التأكيد على أن طريقة التعجيل عادة ما تكون تقريبية وتستخدم في الشبكات الصغيرة . أما في المشروعات الكثيرة التي تكون ذات مسارات كثيرة : فتتم الاستعانة بالطرق الرياضية وبالحاسبة لتعجيل المشروع .

وبعد هذا العرض التفصيلي للنماذج الشبكية يمكن أن نقدم ملخصاً للخطوات الأساسية المتبعة في بناء وتحليل وإدارة الشبكات (شبكات بيرت) وذلك من خلال اثنتي عشرة خطوة هي :

الخطوة الأولى : تحديد المشروع الكلي بما في ذلك تحديد هدف المشروع وموعد الإكمال المستهدف .

الخطوة الثانية : تجزئة المشروع إلى أنشطة محددة بشكل جيد ، وتحديد حدث المصدر (حدث بدء الشبكة) ، وحدث النهاية (حدث إكمال الشبكة) إضافة إلى تحديد بداية ونهاية كل نشاط .

الخطوة الثالثة : إعطاء أرقام متسلسلة لكل حدث وترتيبها في تعاقب كما ينبغي ، أو كما هو مطلوب حسب المتطلبات التخطيطية والتكنولوجية ، وهذا الخطوات تنشئ وتحدد علاقات الأسبقية .

الخطوة الرابعة : بناء شبكية بيرت للمشروع مع الترابط البينى للأنشطة والأحداث المطلوبة من خلال علاقات الأسبقية .

الخطوة الخامسة : بالنسبة لكل نشاط يتم احتساب وقت الإكمال المتوقع (و ق) والانحراف المعيارى (ع) والتباين (ع<sup>٢</sup>) بعد التوصل إلى :

١- تقدير الوقت المتفائل ( أ ) .

٢- تقدير الوقت الأكثر ترجيحاً (ج) .

٣- تقدير الوقت المتشائم (ب) .

عندئذ :

$$\text{وق} = \frac{أ + ٤ج + ب}{٦}$$

$$\text{ع} = \frac{أ - ب}{٦}$$

$$\text{ع}^٢ = \left[ \frac{(أ - ب)}{٦} \right]^٢$$

الخطوة السادسة : تحديد المسار الحرج وذلك من خلال :

١- تحديد جميع المسارات فى الشبكية .

٢- تحديد طول كل مسار بجميع الأوقات المتوقعة للأنشطة الواقعة على المسار .

٣- المسار الذى له الوقت المتوقع الأطول هو المسار الحرج .

الخطوة السابعة : احتساب وقت البدء الأبعد (ب ك) ووقت الانتهاء الأبعد (هـ ك) لكل نشاط ، بالنسبة لحدث البداية فإن (ب ك) يساوى صفراً ، ويحسب وقت الانتهاء الأبعد (هـ ك) حسب القاعدة :

$$\text{هـ ك} = \text{ب ك} + \text{وق}$$

ويستخدم لاحتساب (ب ك) و (ب خ) طريقة الممر الأمامى ، أى البدء من الحدث الأولى إلى الأخير فى الشبكية .

الخطوة الثامنة : احتساب وقت البدء الأكثر تأخيراً (ب خ) ووقت الانتهاء الأكثر تأخيراً (هـ خ) لكل نشاط ، ويتم ذلك باستخدام الممر الخلفى ، حيث البدء بأخر عقدة والعمل رجوعاً إلى أول عقدة ، ويكون وقت الانتهاء الأكثر تأخيراً للحدث الأخير (عقدة النهاية) هو وقت الانتهاء الأبعد الذى يتم احتسابه بالخطوة السابعة ، أما وقت البدء الأكثر تأخيراً فيحسب وفق القاعدة الآتية :

$$ب خ = هـ خ - و ق$$

الخطوة التاسعة : احتساب الفائض الكلى (ف ك) لكل نشاط باستخدام إحدى الصيغتين :

$$ف ك = هـ ك - ب ك$$

$$أو \quad ف ك = هـ خ - ب خ$$

الخطوة العاشرة : القيام بالتحليل الاحتمالى الضرورى على شبكية بيرت لاستخراج المعلومات المتعلقة بإكمال المشروع للاستفادة منها من قبل الإدارة .

الخطوة الحادية عشرة : توزيع شبكية بيرت على الذين سينفذون المشروع .

الخطوة الثانية عشرة : الرقابة على تقدم العمل فى المشروع وإجراء التعديلات عند الضرورة .

## ٢-١٠- مزاي ومحددات شبكيات بيرت / المسار الحرج :

من خلال ما تقدم يمكن ملاحظة أن النماذج الشبكية وفق هذين الأسلوبين تمثل أداة كفئة لا غنى عنها فى المشروعات الكبيرة التى تستلزم استخدام الموارد المحددة : من أجل تنفيذها فى أقصر وقت ممكن فى ضوء تقدير أوقات الأنشطة على أساس الحسابات الدقيقة لإمكانات التنفيذ فى المشروعات السابقة ، أو على أساس التجربة

والخبرة الذاتية لمدير المشروع ، وفى هذا السياق يمكن أن نشير إلى المزايا الأساسية لبيروت والمسار الحرج كالتى :

أ - أن النماذج الشبكية تسمح بتخطيط المشروع عند أى مستوى مرغوب من التفاصيل : حيث إن هذه النماذج تسمح ببناء شبكيات كلية وشبكيات جزئية لأى قسم من المشروع ، إضافة إلى دمج الأنشطة : من أجل تبسيط النموذج الشبكي أو تجزئة الأنشطة إلى أنشطة فرعية : من أجل المزيد من الجدولة والرقابة .

ب- أن النماذج الشبكية عند أى مستوى مرغوب من التفاصيل ، تساعد على تحديد علاقات الأسبقية والاعتماد والمتبادل بين الأنشطة المكونة للمشروع .

ج- أن حالات تداخل الأنشطة الجوهرية الضرورية لإكمال المشروع وفق ما هو مخطط وبنجاح - تكون قليلة وبالحد الأدنى فى النماذج والشبكية .

د- فى النماذج الشبكية تكون مسؤولية الأنشطة ومتطلبات التنسيق بينها واضحة .

هـ- أن تقديرات الوقت الدقيقة تساعد بشكل كبير فى إكمال الأنشطة وإكمال المشروع حسب ما هو مجدول فى الشبكية ، وتمثل (بيروت) مزية إضافية على المسار الحرج : فى كونها تستخدم ثلاثة تقديرات لوقت النشاط : الوقت المتفائل و الوقت الأكثر ترجيحاً ، والوقت المتشائم بما يتلاءم مع الظروف الاحتمالية التى تترافق مع مشكلات القرار فى منظمات الأعمال .

و - أن النماذج الشبكية تساعد على فهم المشروع ومكوناته الأساسية من الأنشطة : لأنها تفترض عند بنائها توفير معلومات عن الأنشطة المكونة للمشروع ، والأنشطة التى يجب أن يتم إكمالها قبل البدء بالأنشطة الأخرى ، والأنشطة التى يجب أن تنجز بشكل متزامن ، والأنشطة الحرجة التى تأخر أى واحد منها يؤدي إلى تأخر المشروع كله ، والأنشطة غير الحرجة التى تأخر إنجازها لفترة معينة (بمقدار الوقت الفائض) لا يؤدي إلى تأخر إكمال المشروع . هذا بالإضافة إلى أن تجزئة المشروع إلى أنشطة محددة وقابلة للسيطرة والتمييز عن غيرها من حيث بدايتها ونهايتها - تساعد فى التنفيذ على السيطرة على المشروع وأوقاته وكلفه فى كل مرحلة من مراحل تقدم العمل فيها .

ز - أن النماذج الشبكية تسمح فى أى مرحلة من مراحل التنفيذ بتحليل الكلفة - المنفعة لاتخاذ القرار حول القيام بتعجيل الأنشطة أو المشروع كله باستخدام موارد إضافية .

ورغم هذه الإيجابيات فى النماذج الشبكية التى تجعل منها أداة ثمينة قابلة للاستخدام على نطاق واسع ؛ فإن شأنها شأن الطرق والأساليب الكمية التحليلية الأخرى ؛ حيث تواجه محددات وعيوباً عديدة نوجزها فى الآتى :

أ - أن استخدام النماذج الشبكية يتطلب وقتاً أطول فى إعدادها ، وكلفة أكبر وخبرات عالية للتوصل إلى البيانات الضرورية لبناء الشبكية وتحديثها بشكل دورى .

ب- صعوبة التوصل إلى علاقات الأسبقية بين الأنشطة ، وقد لا تكون كلها صحيحة عند وضعها .

ج- صعوبة التوصل إلى تقديرات دقيقة لأوقات الأنشطة ؛ حيث إن هذه التقديرات قد تتضمن عامل التلاعب ؛ حيث المديرون يشعرون بعدم الارتياح عند وضع تقديرات الوقت التى عليهم الالتزام بها وإكمال المشروع ضمن الفترة المحددة .

د- فى المشروعات الكبيرة يكون من الضرورى استخدام الحاسبة وبقدر ما يكون هذا الاستخدام مزية عند توفر إمكانيات الحاسبة ؛ فإنه يكون محدداً عند عدم استخدامها بالنظر لصعوبة جدولة ورقابة الأنشطة المتداخلة الكثيرة .

## ٢-١١ - استخدام الحاسبة فى شبكيات الأعمال :

عندما تكون المشروعات صغيرة وأنشطتها المكونة لها محددة العدد والعلاقات ؛ فإن استخدام النماذج الشبكية يكون ممكناً بشكل يدوى ، ولكن مع المشروعات الكبيرة التى تضم المئات من الأنشطة والعلاقات والأوقات المتباينة عن بعضها التى قد تكون مؤكدة أو احتمالية ؛ فإن استخدام الشبكيات يكون بالغ الصعوبة بدون الحاسبة الإلكترونية ، وربما تكون غير فعالة إذا ما تم القيام بها بشكل يدوى بالنظر لاحتمالات الخطأ مع



الحسابات الكثيرة والعلاقات المتداخلة ، إضافة إلى الجهد الكبير والوقت الطويل الذي قد لا يكون متاحاً في حالات كثيرة .

لهذا فإن استخدام الحاسبات الإلكترونية يكون مع زيادة حجم المشروعات خاصة أن برامج الحاسبات الخاصة بالشبكات أصبحت متاحة على نطاق واسع ، وقد عدّ (لومبا N.P.Loomba) برنامجاً متاحاً من (٩) مصادر ، كما أن مسحاً سابقاً كشف عن وجود أكثر من (٥٠) برنامجاً من برامج الحاسبات تستخدم في مجال الشبكات .

كما أن مجموعة النظم الكمية الخاصة بالأعمال زائد (Quantitative System For Business Plus) ومختصرها (QSB+) تتضمن برمجيات عديدة خاصة بالنمذجة الشبكية بأسلوب بييرت والمسار الحرج ؛ وهي تعتمد على أكثر الخوارزميات استخداماً في حل المشكلات في علم الإدارة عموماً وضمنها النماذج الشبكية .

إن استخدام الحاسبات في تنظيم وإدارة شبكات المشروعات وتحديثها لا يمثل فقط أداة فعالة في تحسين بناء وتحليل الشبكات التي تضم عدداً كبيراً من الأنشطة التي تستلزم أوقاتاً وكلفاً متباينة ، وإنما أيضاً أداة فعالة في الرقابة والمتابعة خاصة بالعلاقة مع المتعاقدين والمقاولين الثانويين الذين عند أي إخلال أو تأخير في موعد إكمال أعمالهم سيؤدى إلى تأخر إكمال أعمال أخرى تعتمد عليها .

كما أن إدخال الحاسبة في شبكات الأعمال سيكون أساساً لبناء قاعدة المعلومات عن النماذج الشبكية والأنشطة المختلفة وأوقات إكمالها الاعتيادية والمعلقة وكلفتها والجهات التي قامت بتنفيذ الأنشطة بما يضمن استخدامها في المشروعات الجديدة . إن إدارة المشروعات الحديثة أصبحت أكثر تفهماً لأهمية الحاسبات ليس فقط في توفير المعلومات الضرورية لاتخاذ القرار ، وإنما أيضاً أصبحت ومن خلال أنظمة دعم القرار (Decision Support System) تساهم في عملية اتخاذ القرار ، وهذا ما تحتاج إليه الإدارة في حالات كثيرة سواء في القرارات المبرمجة أو في المتابعة والرقابة على الأنشطة في غير مواعيده الحرجة التي تستلزم تدخل الإدارة ، وبهذا تكون الحاسبات جزءاً من كفاءة النظم والنماذج الكمية المستخدمة في حل مشكلات التخطيط والجدولة والرقابة .

ومع استخدام الحاسبة يمكن أن يجعل جدولة أنشطة المشروع مثلى ، إلا أن بعض المحددات يمكن أن تظهر لتحديد من هذا الاستخدام وهذه المحددات هي :

١- الحاجة إلى تقليص فترة المشروع إلى الحد الأدنى ، أو عدم توفر الوقت أصلاً للجدولة على الحاسبة .

٢- الحاجة إلى ضمان استخدام الموارد في حالات كثيرة يكون استخدام الحاسبة فيها مكلفاً بشكل لا يقارن مع ما يتم الاقتصاد به من نفقات جراء هذا الاستخدام .

٣- تحقيق أمثلية التدفق النقدي من خلال تأخير النفقات الرئيسية .

٤- الحاجة إلى تنفيذ المشروع بمرور محدود .

## الأسئلة :

١- ماهو المسار الحرج ، وماهى خطوات إيجاده ، وهل يمكن أن يوجد أكثر من مسار حرج واحد فى الشبكية ؟

٢- تسعى الكلية أو المعهد الذى تدرس فيه إلى إقامة معرض للكتاب وتم تكليفك بمسئولية تنظيمه . كيف يمكن تحقيق ذلك باستخدام التحليل الشبكي ؟

٣- صحح ما يأتى مع تحليل ذلك :

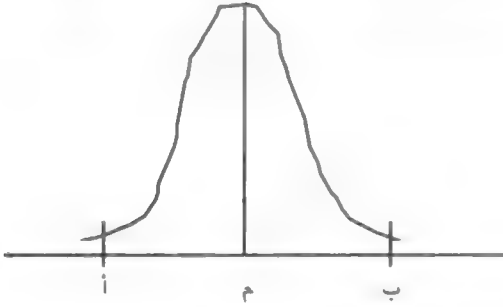
أ - إن احتساب المسار الحرج فى (PERT) مختلف بشكل جوهري عن (CPM) .

ب- إذا كانت الشبكية لها أكثر من مسار حرج : فإن أوقات المسارات قد لا تكون متساوية .

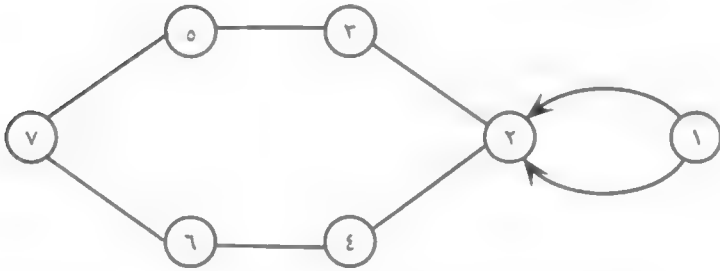
ج- إن إدارة المشروعات تسعى لتقدير أوقات الأنشطة بدرجة ثقة (١٠٠٪) .

٤- لماذا يستخدم توزيع بيتا فى التوزيع الاحتمالى لتقديرات الوقت التفاضلى والتشاؤمى والأكثر ترجيحاً فى شبكية بيرت ؟

٥- هل بالإمكان أن يظهر توزيع بيتا لتقديرات الأوقات الثلاثة : التفاضلى والتشاؤمى والأكثر ترجيحاً بشكل تماثل كما فى الشكل التالى ، ولماذا ؟



٦ - صحح الشبكة التالية .



٧- ماذا نعني بالمرور الأمامي والمرور الخلفي ، وما هي استخدامات كل منها في شبكات الأعمال ؟

٨- ماذا نعني بالتعجيل ، وما هو مبادلة الوقت / الكلفة في الشبكات ، وهل التعجيل ضروري ؟

٩- هل يمكن للمسار الحرج أن يصبح غير حرج ؟ وكيف ؟

١٠ - ما الفرق بين الخامل الكلي والخامل الحر ؟

## التمارين :

١- ضع شبكية بيرت للمشروع الآتى :

النشاط	ما يسبقه مباشرة
أ	-
ب	-
ج	ب
د	ج

٢- ارسم شبكية بيرت وشبكية المسار الحرج للمشروع الآتى :

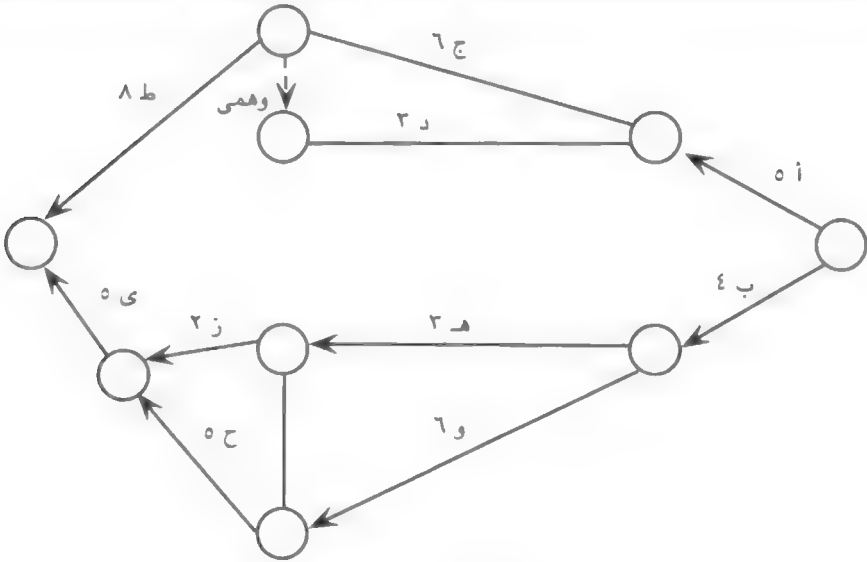
الأنشطة	ما يسبقه مباشرة	الوقت المتوقع (يوم)
أ	-	٦
ب	أ	٨
ج	أ	٨
د	ب ، ج	٤
هـ	ج	٩
و	د	٢
ز	هـ	٧

٣- ارسم شبكية بيرت واحسب وقت البدء والانتهاء الأبر وأوجد المسار الحرج لمشروع الموارد فى التمرين أعلاه .

٤- فيما يأتى شبكية بيرت ، المطلوب :

أ - استخدام طريقة بيرت لتحديد المسار الحرج (استخدام الممر الأمامى ، الممر الخلفى) .

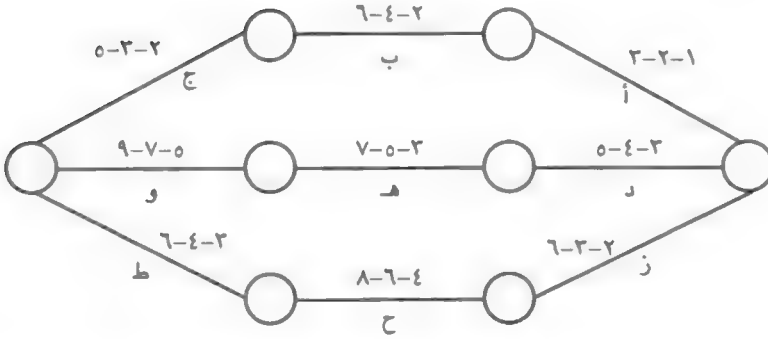
ب- ما هو وقت إكمال المشروع الأدنى ؟



٥- الجدول الآتي يشتمل على الأنشطة المكونة لمشروع إدخال منتج جديد ، ماهي احتمالية إكمال المشروع في (٢٥) و (٢٢) يوماً ؟

النشاط	النشاط الذي يسبقه	تقدير أوقات النشاط		
		التفاولي	الأرجح	التشاؤمي
أ	-	٢	٤	٦
ب	أ	١	٥	٩
ج	أ	-	٩	-
د	ج	٥	٦	٧
هـ	ب	٥	٧	٩
و	ب	٤	١٠	١٦
ز	د ، هـ	-	٧	-
ح	ج	٦	٩	١٢

- ٦- أدناه شبكية مشروع ، المطلوب احتساب ما يأتى :
- أ- الوقت المتوقع لكل نشاط والوقت المتوقع لكل مسار .
- ب- تحديد المسار الحرج أو المسارات الحرجة .
- ج- التباين لكل نشاط ولكل مسار .
- د- إمكانية اعتبار المسارات فى الشبكية مستقلة ؟ ولماذا ؟
- هـ- احتمالية إكمال المشروع فى (١٧) و (١٥) يوماً ؟



- ٧- استخدم المعلومات فى الجدول الآتى من أجل تحديد وقت التعجيل الأمثل بافتراض أن الكلف غير المباشرة (١٥٠٠) دينار فى الأسبوع .

الأنشطة	النشاط الذى يسبقه	الوقت الاعتيادى (اسبوع)	العدد الأقصى لايام التعجيل	كلفة التعجيل دينار / أسبوع
أ	-	٦	٢	٧٠٠
ب	-	٤	-	-
ج	-	٨	٣	٦٥٠
د	أ	٥	١	٨٠٠
هـ	د	٧	١	١٠٠٠
و	ب	٦	٢	٥٥٠
ز	ج	١٠	٤	٦٠٠
ح	هـ، و، ز	٨	٣	٥٠٠

**المراجع :****أولاً : المراجع العربية**

- ١- د. زكريا عبد الحميد باشا : رياضيات وتطبيقات وإدارية ، دار المعرفة ، الكويت ، ١٩٨٧ م .

**ثانياً : المراجع الأجنبية**

- 2 - T.A. Burley and G. O'Sullivan , Operations Research , Macmillan Education LTD. London , 1986.
- 3 - M.M. Chen and D.G. Dannenbring , Management Science : An Introduction . McGraw-Hill Book Co. New York . 1982 .
- 4 -T.M. Cook and R.A. Russell , Introduction To Management Science , Printice-Hill . Englewood Cliffs . New Jersey . 1993 .
- 5 -K.R. Davis and P.G. Mckeown , Quantitative Model For Management , Kent Publishing Co. Boston , 1984 .
- 6 -D. Delmar , Operations and Industrial Management , McGraw-Hill Book Co. New York . 1986 .
- 7 -S.EL-Maghraby , Activity Networks , John Wiley and Sons , New York , 1977 .
- 8 -Ch.A. Gallagher and H.J. Watson , Quantitative Methods For Business Decisions , McGraw-Hill Book Co. New York . 1980 .
- 9 -L.J. Krajewski and L.P. Ritzman , Operations Management , Addison-Wesley Publishing Co. Reading , Massachusetts . 1996 .
- 10 -N.P. Loomba , Management : A Quantitative Perspective , Macmillan Publishing Co. New York . 1978 .
- 11 -J.A Senn , Information System in Management , Belmont , Calif . Wadsworth . 1982 .
- 12 -M.K. Starr , Managing Production and Operation , Prentice Hall . Englewood Cliffs , New Jersey .1989 .
- 13 -W.J. Stevenson , Introduction to Management Science , Irwin , Homewood . Boston . 1992 .

- 14 -R. Stone (Ed) , Management of Engineering Projects , Macmillan Education , LTD , London , 1988 .
- 15 -H.A. Taha , Operations Research : An Introduction , Macmillan Publishing Co. New York , 1989 .
- 16 -N.L. Wa and J.A. Wa , Introduction to Management Science : A Contemporary Approach , Rand McNally College Publishing Co. Chicago . 1980 .





## الفصل الثالث : الموقع

٢-١- المدخل .

٢-٢- إستراتيجية الموقع .

٢-٣- مراحل اختيار الموقع .

٢-٤- العوامل المؤثرة فى اختيار الموقع .

٢-٥- بعض المشكلات المهمة ذات العلاقة بالموقع :

أولاً : الصنع أو الشراء .

ثانياً : المصنع الواحد أو المصانع المتعددة .

ثالثاً : العلاقة بين حجم المصنع وكلفة الوحدة .

رابعاً : الموقع فى قطاع الخدمات .

خامساً : الموقع فى الخارج .

٢-٦- طرق المفاضلة فى اختيار الموقع :

أولاً : المفاضلة على أساس الكلف والعوائد .

ثانياً : طريقة الحجم / الكلفة الموقعية .

ثالثاً : نموذج الوسيط البسيط .

رابعاً : نموذج مقياس الموقع .

خامساً : طريقة العوامل النوعية .

٢-٧- الاتجاهات الحديثة فى اختيار الموقع .

٢-٨- اختيار الموقع فى التجربة اليابانية .

الأسئلة .

التمارين .

المصادر .



## ٢-١- المدخل :

يعتبر اختيار الموقع من المشكلات المهمة في الشركات الصناعية والخدمية على حد سواء ؛ وذلك للأثار الطويلة الأمد و الكلفة الكبيرة التي يمثلها هذا الاختيار ؛ مما ينعكس على قدرة الشركة على تحقيق الميزة التنافسية . وتواجه الشركة الصناعية مشكلة اختيار الموقع بسبب الحاجة إلى القرب من المواد الأولية أو خطوط المواصلات أو القرب من الأسواق ، وغيرها من العوامل العديدة التي تمثل كلفاً إضافية كبيرة لا بد من مراعاتها ، واختيار الموقع الأفضل الذي يقلص هذه الكلف إلى الحد الأدنى ، كما أن الشركة الخدمية تواجه هذه المشكلة ؛ لأنها بقدر ما تتحمل الكلف الرأس مالية في الأرض والبناء والتأسيسات المهمة لتقديم الخدمة ، فإنها تتأثر هي الأخرى بعوامل عديدة مثل القرب من أسواق الطلب على الخدمة الزبائن ، والحاجة إلى الأيدي العاملة المؤهلة لتقديم الخدمة وغيرها ؛ مما يجعل مشكلة اختيار الموقع مشكلة عامة في جميع الشركات ، والحاجة إلى دراستها و التوصل إلى القرار الأفضل مسألة ذات تأثير إستراتيجي طويل الأمد .

والواقع أن الشركات تواجه مشكلة اختيار الموقع لمرة واحدة على الأقل خلال حياتها الاقتصادية ، وأكثر الشركات تواجه هذه المشكلة لمرات عديدة ، فإلى جانب الاختيار الأول عند تأسيس الشركة فإنها تواجه هذه المشكلة في الحالات الآتية أيضاً :

أ - عند تأسيس فرع جديد للشركة .

ب - عند تغيير الموقع الحالي غير الملائم من الناحية الاقتصادية ؛ نظراً لتحمل كلف إضافية جراء عدم ملائمة الموقع الحالي .

ج- عند تغيير الموقع الحالي غير الملائم للتوسعات .

د - عند تغيير الموقع الحالي بسبب المحددات القانونية والبيئية .

من الواضح أن بعض الشركات تكون غير مرنة في اختيار الموقع كما هو الحال في شركات التصدير (المناجم) و استخراج النفط التي تكون مواقعها عند مكامن الخامات و آبار النفط ، إلا أن القسم الأعظم من الشركات يكون ذا مرونة عالية في اختيار

الموقع : لهذا فهذه الشركات تجرى عملية المفاضلة ما بين المواقع المختلفة . ومما يزيد من صعوبة المفاضلة : هو تعدد العوامل المؤثرة في اختيار الموقع كالمواد الأولية والأسواق والطاقة والمناخ وغيرها ، خاصة أن هذه العوامل لا تتوفر كلها في موقع واحد ، وأن مزاياها تتباين من حيث التوفر وعدم التوفر في المواقع المختلفة . وكذلك الحال في الصعوبة المتمثلة في تباين الميزة النسبية لكل عامل من العوامل حسب نوع الصناعة ونمط الإنتاج وجودة الخدمة المقدمة للزبون ومدى الحاجة للسعة .. إلخ . وهذه الصعوبات تجعل المفاضلة ما بين المواقع مسألة بالغة الأهمية ، و يجب أن تحظى بالاهتمام الكبير من قبل الإدارة العليا : وذلك لأن اختيار الموقع يمثل قراراً إستراتيجياً : لأنه ذو كلفة عالية نسبياً ، و ذو تأثير طويل الأمد ، و لأنه أيضاً يؤثر في القدرة على المنافسة التي أصبحت ذات أهمية متزايدة في جميع شركات الأعمال في الوقت الحاضر .

### ٢-٢- إستراتيجية الموقع :

إن قرار اختيار الموقع يعتبر واحداً من القرارات الإستراتيجية : حيث إنه كما يؤكد (بوفا E.S.Buffa) يمثل أحد القرارات المتعلقة بتصميم النظام الإنتاجي تمييزاً عن القرارات التكتيكية المتعلقة بتشغيل النظام الإنتاجي ، و الواقع هناك أسباب أساسية تجعل اختيار الموقع قراراً إستراتيجياً هي :

أ- أنه يستلزم استثماراً طويل الأمد و بحجم كبير من رأس المال ، في ظروف تتسم بعدم التأكد الكبير .

ب- أن اختيار الموقع يحدد الإطار الدائم لمحددات التشغيل والإنتاج ، التي قد تكون صعبة ومكلفة عند التغيير .

ج- أن الموقع يؤثر تأثيراً كبيراً على المركز التنافسي أو قابلية بقاء المنظمة من خلال تحقيق الحد الأدنى من كلف الإنتاج والتوزيع في الأسواق .

وإذا كان البعض من المتخصصين في إدارة الإنتاج والعمليات يركز على الكلفة العالية التي يمثلها الموقع في الأرض والبناء و نصب الآلات وغيرها في إبراز الأبعاد الإستراتيجية في الموقع ، كما فعل ذلك (ديلورث J.B.Dilworth) - فإن البعض الآخر

يركز على السعة في إبراز الأبعاد الإستراتيجية في الموقع مثل (شرويدر R.G.Schroeder) ، و حيث إن الكلفة لا تنفصل عن الطاقة و ترتبط بها بطريقة سببية ، و كذلك بالنتيجة من خلال علاقة السعة بالمركز التنافسي و الكلفة (أو قيادة الكلفة) وهي أحد معايير الأداء الإستراتيجي - لهذا سنركز في توضيح إستراتيجية الموقع بالعلاقة مع الإنتاجية كما قدمها (شرويدر) نفسه .

إن إستراتيجية الموقع تهتم بثلاثة جوانب ، هي : مقدار السعة ، توقيت السعة ، ونوع الوحدة و أثر ذلك على خيارات الموقع ، و نعرض فيما يأتي لهذه الجوانب :

**أولاً - مقدار السعة :** إن جانباً مهماً من إستراتيجية الموقع يتمثل في مقدار السعة بالعلاقة مع الطلب المتوقع .

**ثانياً - توقيت التوسعات :** إن توقيت الإضافات إلى السعة عنصر آخر في إستراتيجية الموقع ، ومعالجة هذا العنصر يمكن أن تتم من خلال إستراتيجية :

أ- تعطيل المنافسة : في هذه الحالة فإن الشركة ستقود السوق من خلال بناء سعة تزيد على الحاجة ؛ لخدمة توسع أسواق الشركة في المستقبل و إزاحة المنافسين و الاستيلاء على حصصهم في السوق .

ب- انتظر و انظر : في هذه الحالة فإن الشركة تنتظر ؛ حتى يتطور الطلب ، و من ثم تضيف سعة جديدة (أو مصنعاً جديداً) . و هذه الشركة تراقب وتتبع في خطواتها شركة قائدة أخرى ، و تأخذ بإستراتيجية دفاعية تقوم على المخاطرة الأدنى . إن هذه الإستراتيجية تكون فعالة عندما تسمح قنوات التسويق و التكنولوجيا للشركة المتابعة أن تحصل على حصة في السوق .

إن اتباع أي من هاتين الإستراتيجيتين يؤثر في إستراتيجية الموقع ، سواء في قرار مقدار و حجم السعة ، أو في التوسع في الموقع المختار ، أو في موقع آخر (فرع جديد) ؛ لهذا لابد من مراعاة اتجاه الشركة الجديدة في المستقبل فيما يتعلق بتوقيت إضافة السعة الجديدة .

**ثالثاً - أنواع الوحدات :** إن نوع الوحدة يشير إلى خيار المصنع فى تحديد العامل المهيمن أو الحرج فى تحديد الموقع ، وهناك فى هذا المجال أربعة خيارات :

أ- المصنع المركز على المنتج (Product-Focused) : لقد أشارت إحدى الدراسات أن نسبة (٥٧٪) من (٥٠٠) شركة أمريكية تعتمد على هذا الخيار ، الذى يركز على الإنتاج الكبير : لتحقيق الميزة من كلفة الوحدة وفق مفهوم اقتصاديات الحجم .

ب- المصنع المركز على الأسواق (Market-focused) : إن نسبة (٣١٪) من (٥٠٠) شركة من أكبر الشركات الأمريكية تعتمد على هذا الخيار ، وإن الكثير من الشركات الخدمية تركز على هذا : لأن الخدمة لا يمكن نقلها ، وتتطلب استجابة سريعة للزبائن .

ج- المصنع المركز على التشغيل : إن نسبة (٩٪) من (٥٠٠) شركة من أكبر الشركات الأمريكية تعتمد هذا الخيار الذى يركز على تصنيع منتجات متنوعة (ميزة التنوع) باستخدام تكنولوجيا معينة ، كما أن مصانع التجميع تنتمى إلى هذه التوجه : حيث تحصل على الأجزاء من مصانع متعددة : لتقوم بتجميع لاحق لها كما فى مصانع السيارات .

د- مصنع الانحراف العامة : إن نسبة (٣٪) من (٥٠٠) شركة من أكبر الشركات الأمريكية تعتمد هذا الخيار القائم على إنتاج أنواع متعددة من المنتجات باستخدام عمليات مختلفة (تنوع أكبر) . إن الكثير من هذه الشركات ترتبط بها مصانع متخصصة صغيرة تنتج لها منتجات وأجزاء متنوعة تحتاج إليها ، وهذا ما يدخل ضمن مصنع الأغراض العامة .

## ٢-٢-٢ - مراحل اختيار الموقع :

إن الدراسة المنهجية لعملية اختيار الموقع تكشف عن وجود مراحل عديدة لهذه العملية ، وفى دراسة أجريت على إحدى الشركات الكبرى أوضحت وجود (٧) خطوات لتحديد الموقع وبناء المصنع الجديد وهى :

أ - تحديد الحاجة إلى المصنع الجديد .

- ب - تحديد المنطقة الجغرافية الأفضل على أساس حاجات الأعمال فى الشركة .
- ج - تحديد الاحتياجات من حيث : المنتج الذى سينتج ، المعدات ، الأبنية ، المرافق المطلوبة ، النقل ، وعدد العاملين .
- د - تحديد مواقع بديلة ضمن المنطقة الجغرافية .
- هـ - اختيار الموقع الأفضل .
- و - بناء المصنع .

ولتوضيح هذه المراحل نشير إلى المراحل التى اقترحها وليم ستيفنسن (W.J.Stevenson) : حيث أكد على أن الطريقة العامة لصنع قرارات الموقع تتطلب الخطوات الآتية :

**أولاً : تحديد المعيار الذى سوف يستخدم فى تقييم بدائل الموقع :** هذا المعيار قد يكون الكلفة الأدنى أو أقصى الربح فى الشركات الموجهة إلى الربح : حيث إنه فى مثل هذه الشركات التى تكون كلفة الموقع (الأرض - الأبنية - التأسيسات) عالية : فإن المعيار يمكن أن يكون الكلفة الأدنى . وفى الغالب يكون معيار أقصى الربح ضرورياً وأساسياً فى عملية المفاضلة . أما فى الشركات غير الموجهة للربح فإن معايير الكلفة الأدنى أو فاعلية الكلفة أو جودة الخدمة ، أو ما يدعى بالربحية الاجتماعية تكون هى المعايير الأكثر ملاءمة لعرض المفاضلة ما بين المواقع البديلة .

**ثانياً : تحديد العوامل المهمة التى تؤثر فى الإنتاج أو التوزيع :** كالمواد الأولية والأسواق والقوى العاملة وغيرها . وهذه العوامل مهمة فى عملية تقييم المواقع البديلة : نظراً لتأثيرها فى عملية الإنتاج والتوزيع وما ينجم عن ذلك من كلفة ، كما فى نقل المواد الأولية أو المنتجات أو الأجور العالية وغيرها : مما سنعرض له فى الفقرة التالية .

**ثالثاً : تحديد المواقع البديلة من خلال :** أ - تحديد الإقليم العام للمواقع : أى هل المواقع يمكن تحديدها فى شمال البلد أم وسطه أو جنوبه ، حسب العوامل المؤثرة



فى اختيار الموقع ومعيار المفاضلة . ب - تحديد عدد قليل من الأماكن البديلة فى الإقليم .

#### رابعاً : تقييم البدائل و صنع القرار المتعلق باختيار الموقع الأفضل :

من الواضح أن ضمن هذه المرحلة تتم الإجابة عن أسئلة كثيرة تتعلق بالمواقع مثل هل سيتم اختيار الموقع فى الريف أم المدينة ، و هل سيكون فى المدينة الكبيرة أم الصغيرة ، و هل من الأفضل إنشاء مصنع واحد كبير أم مصانع متعددة صغيرة ، و هل ميزة المصنع فى القرب من المواد الأولية أم فى القرب من الأسواق ، وغيرها الكثير من الأسئلة التى لابد من دراستها : من أجل التوصل إلى القرار الرشيد فى عملية اختيار الموقع .

#### ٢-٤- العوامل المؤثرة فى اختيار الموقع :

تتأثر عملية اختيار الموقع بعوامل كثيرة ، و بسبب كثرة و تعدد هذه العوامل المؤثرة فى اختيار الموقع : أصبح من غير الممكن الحديث عن الموقع الأمثل الذى يحقق المزايا المطلقة لصعوبة جمع كل هذه العوامل فى موقع واحد ، و قد يكون فى مفهوم أمثلية باريتو (Pareto Optimality) ما يساعد على تفسير هذه الحالة : فالمكاسب المتحققة من الاقتراب من عامل (أو أكثر) من العوامل تقابله خسائر (كلفة إضافية) جراء الابتعاد عن عوامل أخرى . فعلى سبيل المثال لا الحصر :

- إن الاقتراب من المواد الأولية قد يعنى الابتعاد عن الأسواق ، وكذلك الابتعاد عن مراكز القوى العاملة .

- إن الاقتراب من الأسواق قد يعنى ارتفاع التكاليف الرأسمالية للموقع (الأرض والبناء وغيرها) .

- إن الاقتراب من الشركات المشابهة قد يعنى اشتداد المنافسة .

- إن الاقتراب من المراكز الكبيرة لتجمع القوى العاملة قد يعنى مواجهة النقابات القومية وأجور العمال العالية .

ومع تعدد العوامل المؤثرة : فقد حاول البعض تجميعها فى مجموعات كالآتى :

أ- **عوامل مرتبطة بالسوق (Market-related Factors)** : تشمل موقع الطلب (السوق) والمنافسة ، فيجب أخذ إستراتيجيتى التسويق فى الاعتبار فى قرارات الموقع من حيث التنبؤ بالطلب و المراكز المتوسطة (Centroid) أو المراكز المرجحة (Weighted Center) للطلب حيث يوجد مركز للطلب على كل منتج أو عائلة من المنتجات ، وكذلك القرب أو البعد عن المنافسين .

ب - **عوامل الكلفة الملموسة (Tangible Cost Factors)** : تشمل النقل ، المنافع ، العمل ، الضرائب ، كلفة المكان ، وكلفة البناء .

ج- **العوامل غير الملموسة (Intangible Factors)** : تشمل الاتجاه المحلى حيال الصناعة ، اللوائح القانونية ، مجال النمو ، المناخ ، المدارس ، المستشفيات ، دور العبادة ، المراكز الترفيهية وغيرها .

أما (تيرسن R.J.Tersine) فيقدم معالجة للعوامل المؤثرة فى الموقع من خلال تحديد العامل المهيمن ، أى العامل الوحيد الذى يكون أكثر أهمية وتأثيراً فى تحديد وامتنياز الموقع من خلال مفهوم ما يسميه (تيرسن) نفسه اعتمادية عامل الموقع (Dependence Location Factor) : حيث يحدد ويصنف العوامل المؤثرة فى الموقع إلى خمسة عوامل رئيسية ، هى :

**أولاً : الاعتماد على المدخلات (Input Dependence)** : يظهر عندما يتحدد الموقع بعامل أو مصدر المواد الأولية ، وهذا عادة ما يكون فى حالة الصناعات ذات النمط التحليلي (Analytical- type Industries) التى تحلل المواد الأولية ، وتحويلها إلى منتجات متعددة ، و عادة ما تكون المواد الأولية كتلة ضخمة وثقيلة و من أمثلة ذلك : شركات النفط ، التعدين ، المزارع ، الصيد ، والألبان .

والحالة الأفضل حسب اعتمادية المدخلات يمكن أن تظهر عندما تكون الشركة الصناعية لها مصدر واحد للمواد الأولية ، وت شحن منتجاتها فى عدة اتجاهات (أسواق) ، وإذا كانت المواد الأولية ضخمة وثقيلة فى حين أن منتجاتها أخف وأسهل فى عملية النقل ؛ فمن الأفضل شحن الورق بدلاً من شحن الشجر و الماء .

**ثانياً : الاعتماد على التشغيل (Process Dependence) :** يظهر عندما يتحدد الموقع باحتياجات التشغيل ، أى عندما تكون عمليات الإنتاج ذات خصائص فريدة ، وتتطلب معالجة متخصصة أو احتياجات معينة تقيد الموقع . فمثلاً إذا كانت العمليات الإنتاجية تتطلب كميات كبيرة من المياه كما فى مصانع الشركات الكيماوية و المفاعلات النووية ؛ فإنها يجب أن تكون قرب مصادر المياه ، كما أن مصانع الألمنيوم التى تحتاج إلى كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية لابد أن تكون مقيدة بها .

**ثالثاً : الاعتماد على المخرجات (Output Dependence) :** يظهر عندما يتحدد الموقع بأسواق المنتج . وهذا يكون عادة فى الصناعات ذات النمط التركيبى التى تأخذ مدخلات متعددة وتركبها و تحولها إلى منتجات قليلة ؛ فتعمل على الاقتراب من الزبائن ، و تتمثل فى : صناعة الملابس و أزياء الموضة ، المنتجات القابلة للفساد ، كما أن الشركات الخدمية (التي يصعب نقل الخدمة فيها) تكون قرب زبائنها .

بشكل عام ، كلما كانت سوق المنتج واسعة على الصعيد القومى و الدولى ؛ أدى ذلك إلى صعوبة الاقتراب من الأسواق ، إلا أن هذا لا يمنع الاقتراب من سوق رئيسية يمكن من خلالها متابعة حاجات و طلبيات الزبائن بشكل أفضل ؛ مما يضمن تطوير المنتج حسب هذه الحاجات .

**رابعاً : تفضيل المالك/المدير التنفيذى (Owner/Executive Preference) :** يظهر عندما يتحدد الموقع من خلال تفضيلات قادة الشركة ؛ حيث إن المديرين لديهم تفضيل قوى ؛ لأن يبقوا فى منطقتهم ، وأن رغباتهم مراراً تتخذ نمطاً محدداً من البيئة لأسباب عائلية و اجتماعية و ثقافية ؛ مما يؤثر على أهمية العوامل الأخرى ، و بشكل عام فإن الشركات الصغيرة أو الإدارة من المالك توضع على أساس هذا العامل .

**خامساً : عوامل الكلفة العامة (General cost Factors) :** إن كلفة الموضع قد تصل إلى (٢٠٪) مما يتطلب استثماراً كبيراً ، والموقع أى موقع قد يجلب معه كلفة غاطسة كبيرة (Sunk Cost Heavy) ، وهى الكلفة التى سبق تحملها فى الماضى ،

وكلفة متصلة تمثل ما سينم تحمله فى المستقبل بسبب الموقع . وهذه الكلفة التى يصعب قياسها هى ما يمثل عنصر المخاطرة فى عملية اختيار الموقع . وبشكل عام يمكن أن تصنف كلف الموقع إلى نوعين :

أ- كلفة ملموسة : هى كلف يمكن قياسها و تتمثل فى كلف الأرض ، البناء أو الإيجار ، نقل المدخلات والمخرجات ، العمل ، الوقود - القوة الكهربائية ، الماء ، الضرائب والتأمين .

ب- كلفة غير ملموسة : قد تكون ذات أهمية كبيرة ، ومع ذلك تكون صعبة القياس كمية : لذا نجد أن الكلف للملموسة يمكن مقارنتها و التعبير عنها بوحدة قياس مشتركة كالدينار أو الريال ، أما غير الملموسة : فليس هناك وحدة قياس مشتركة للقياس والمقارنة . وهذه الأخيرة تغطى عوامل كثيرة مثل : اتجاهات الجماعة المحلية، المناخ والظواهر الطبيعية الأخرى (كالأعاصير والفيضانات و الزلازل) ، اللوائح القانونية ، السكن وظروف الحياة العامة ، وإمكانية التوسع ... إلخ .

### ٢-٥- بعض المشكلات المهمة ذات العلاقة بالموقع :

هناك بعض المشكلات المهمة ذات العلاقة بالموقع لابد من التطرق إليها : من أجل فهم الجوانب الأساسية لعملية اختيار الموقع التى ترتبط بمكونات النظام الإنتاجى الأخرى ، وهذه المشكلات هى :

#### أولاً - الصنع والشراء :

إن وجود شركات ذات إنتاج مماثل يوفر فرصة الحصول على كميات من المنتج عن طريق الشراء بدلاً من التوسع فى المصنع الحالى أو إنشاء فرع جديد . إلا أن الشراء ليس هو القرار المفضل دائماً : حيث إن الشركات تفضل أن تقوم بعملية الصنع بدلاً من الشراء فى الحالات الآتية : كلفة إنتاج أقل ، الموردون غير الملائمين ، استخدام الموارد الفائضة فى التوسعات ، المحافظة على الجودة المرغوبة ، والتخلص من تأثيرات المورد غير المرغوبة (كالابتزاز والتواطؤ) ، إلا أنه فى حالات أخرى يكون

الشراء هو القرار الأفضل عندما تكون : كلفة الحصول على المنتج أقل من كلفة الصنع ، وهناك التزام جيد وعلاقات جيدة مع المورد ، توفير وقت الإدارة ، عدم توفر الموارد للتوسع فى الطاقة الحالية ، الحاجة لتقليص المخزون أو الأيدى العاملة ، وتحقيق المرونة فى الإنتاج واستخدام الموارد البديلة للمورد .

ومن أجل المفاضلة بين الصنع و الشراء و التوصل إلى القرار الصائب فى الحجم الأفضل لكل منهما : يكون ضرورياً إجراء المقارنة بين كلف الصنع و الشراء و المثال الآتى يوضح ذلك .

### مثال (٣-١) :

تتوقع شركة الهلال أن يكون الطلب على إنتاجها من التلاجات الكهربائية (٢٠) ألف وحدة ، وكانت سعتها الإنتاجية الحالية (١٢) ألف وحدة . ومن أجل الإيفاء بالطلب الكامل : كان أمامها بديلان : الأول يتمثل فى التوسع فى السعة الإنتاجية من خلال فرع جديد للشركة ، وهذا يتطلب كلفة ثابتة مقدارها (٦٠٠) ألف دينار و كلفة متغيرة للوحدة (٥٠) ديناراً ، والبديل الثانى : شراء ما تحتاج إليه من مورد خارجى و بسعر شراء (١٦٠) ديناراً للوحدة .

ما هو الخيار الأفضل : الصنع أو الشراء و ما هو مدى الأفضلية لكل منها ؟

الحل :

النقص فى الإنتاج =  $20.000 - 12.000 = 8.000$  وحدة .

الكلفة الكلية للصنع =  $600.000 + (50 \times 8.000) = 1.000.000$  دينار .

الكلفة الكلية للشراء =  $160 \times 8.000 = 1.280.000$  دينار .

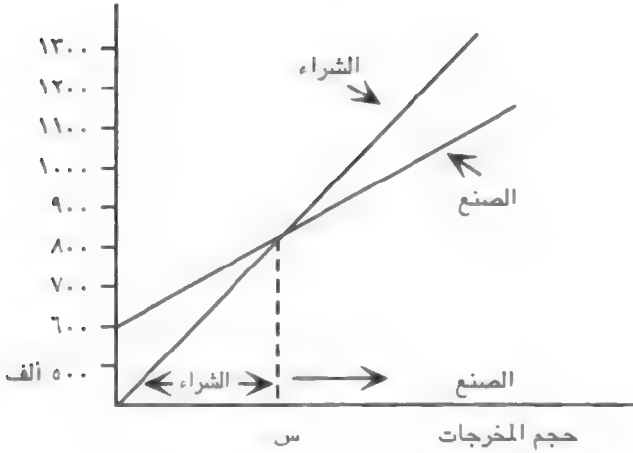
لاحتساب مدى الأفضلية يمكن تطبيق التعادل بالرسم البيانى لكلف الصنع أو الشراء ، و الشكل الآتى يوضح ذلك . و لاحتساب حجم المخرجات عند نقطة التعادل : نأخذ معادلة تساوى الكلف الكلية عند هذه النقطة .

$$٦٠٠٠٠ + ٥٠ \text{ س} = ١٦٠ \text{ س}$$

$$٦٠٠٠٠ = ١٦٠ \text{ س} - ٥٠ \text{ س}$$

$$٦٠٠٠٠ = ١٦٠ \text{ س} - ٥٠ \text{ س}$$

$$\text{س} = \frac{٦٠٠٠٠}{١١٠} = ٥٤٥ \text{ وحدة .}$$



إذن فإن قرار الشراء يكون هو الأفضل عند المدى (١-٥٤٥) وحدة ، في حين يكون قرار الصنع هو الأفضل ابتداء من (٥٤٥) وحدة وحتى ما لا نهاية .

## ثانيا - المصنع الواحد أو المصانع المتعددة :

إن مشكلة الموقع تتطلب دراسة هل من الأفضل إقامة مصنع أو موقع واحد أم عدة مصانع صغيرة : حيث إن لكل منهما مزايا و عيوباً لابد من مراعاتها ، و لتوضيح ذلك نشير إلى :

أ- إن الموقع الواحد يعني إقامة مصنع واحد كبير : للاستفادة من اقتصاديات الحجم الذي يقوم على أساس أن الوحدات الإنتاجية الكبيرة تكون أكثر اقتصادية : لأن

الكلف الثابتة (الأرض ، البناء ، والآلات و غيرها) تتوزع على عدد أكبر من المنتجات : لهذا فإن زيادة المخرجات بنسبة معينة ينتج عنها زيادة بنسبة أقل في الكلفة : لذا فإن اقتصاديات الحجم تظهر في خفض كلف التشغيل التي يتم تحملها لمرة واحدة في حالة المصنع الواحد . وهذه الكلف تضم كلف الإعداد ، الصيانة ، والإشراف .. إلخ . وهي ذات علاقة طردية مع عدد المصانع (المواقع) . إلا أن الموقع الواحد بالمقابل يؤدي إلى زيادة كلف التوزيع و هي كلف النقل (جاء الابتعاد عن الأسواق) وتوفير خدمة الزبائن .

ب - المواقع المتعددة : للاستفادة من مزايا الاقتراب من الأسواق في خفض كلف النقل ، وتحسين خدمة الزبائن حيث تكون كلف التوزيع في أدنى مستوى لها عند تعدد المواقع بتعدد الأسواق ، إلا أن كلف التشغيل تأخذ بالارتفاع مع زيادة عدد المصانع .

نلاحظ مما تقدم أن الموقع الواحد يقلص كلف التشغيل ، إلا أنه يزيد من كلف التوزيع ، وبالعكس المواقع المتعددة تقلص من كلف التوزيع إلا أنها تزيد من كلف التشغيل : لهذا و مع كلفتين متعاكستين في الاتجاه : فإن القرار الأمثل يكون بإيجاد نقطة التعادل بين الكلفتين أو أدنى كلفة كلية لكليتهما ، والمثال (٢-٣) يوضح هذه الموازنة .

#### مثال (٢-٣) :

إحدى الشركات الاستشارية تقوم بدراسة لإدخال منتج جديد ، و قد وجدت أن هناك خيارين في الإنتاج ، الأول : إنشاء مصنع واحد ، والثاني إنشاء مصانع متعددة ، وقدرت الشركة أن كلف التشغيل هي كالاتي : في المصنع الواحد (٣٠٠٠) دينار و في مصنعين (٥٠٠٠) دينار ، في ثلاثة مصانع (٨٠٠٠) دينار ، و في أربعة مصانع (١٢٠٠٠) دينار . كما قدرت كلف التوزيع في الحالات الأربع على التوالي كالاتي : (١٢٠٠٠) دينار ، (٧٠٠٠) دينار ، (٥٠٠٠) دينار ، و (٤٠٠٠) دينار .

المطلوب : ما هو العدد الأفضل للمصانع على أساس الكلفتين و ارسم ذلك بيانياً ؟

الحل :

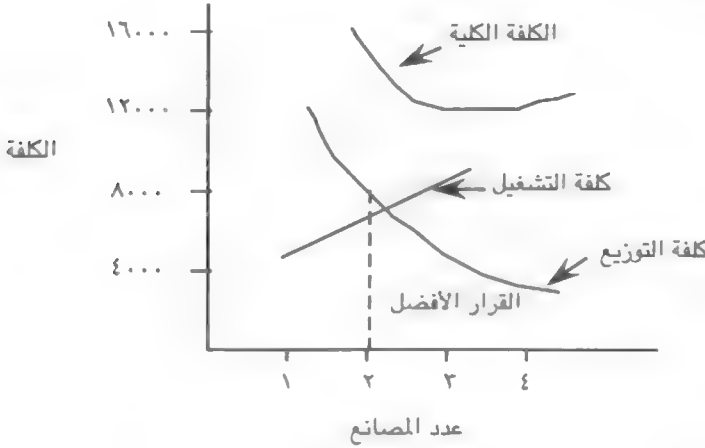
الكلفة الكلية فى المصنع الواحد = ١٥٠٠٠ دينار .

الكلفة الكلية فى المصنعين = ١٢٠٠٠ دينار .

الكلفة الكلية فى ثلاثة مصانع = ١٣٠٠٠ دينار .

الكلفة الكلية فى أربعة مصانع = ١٦٠٠٠ دينار .

يلاحظ من الشكل أن القرار الأفضل يقع عند النقطة المقابلة لمصنعين (وليس عند تقاطع المنحنى حيث نقطة التقاطع تمثل نظرياً الكلفة الكلية الأدنى . ولكن لماذا لا يمكن اعتماد نقطة التقاطع ؟



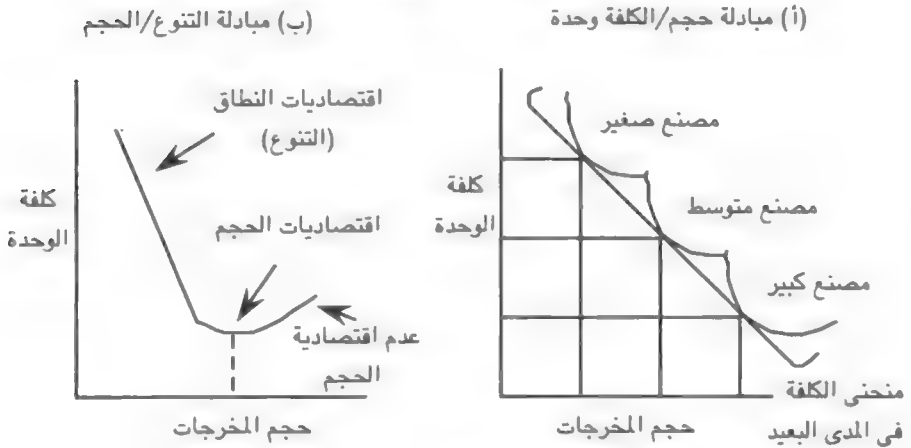
### ثالثاً - العلاقة بين حجم المصنع و كلفة الوحدة :

إن تحقيق اقتصاديات الحجم الذى يؤدي إلى ميزة تنافسية مهمة فى السوق تتمثل فى كلفة الوحدة المتدنية ، وتؤدي بالمقابل إلى فقدان ميزة التنوع أو المرونة فى الإنتاج ، و هو يعبر عنه باصطلاح اقتصاديات النطاق (Economies of Scope) الذى اقترحه (جولدهار I.Goldhar) عام ١٩٨٣م مشيراً إلى أنه من الأكفأ أن تنتج نفس المعدات مجموعة متنوعة من المنتجات .



إن الشكل رقم (٣-١) يوضح المبادلات التقليدية ففى الشكل (أ) نجد المبادلة ما بين حجم المصنع / كلفة الوحدة (Volume/Unit Cost Tradeoff) ، فكلما كبر حجم المصنع انخفضت كلفة الوحدة (اقتصاديات الحجم) . وفى الشكل (ب) نجد المبادلة بين التنوع (اقتصاديات النطاق) و حجم المصنع (اقتصاديات الحجم) . مع ملاحظة أن عدم اقتصادية الحجم تظهر ثانية بعد نقطة معينة لاقتصاديات الحجم ، فى حين يكون هناك القرار الأفضل الذى يمكن أن يجمع ما بين اقتصاديات النطاق بشكل مناسب و هذا ما يجب الاهتمام به .

### الشكل رقم (٣-١) : المبادلات التقليدية



### رابعا - الموقع فى قطاع الخدمات :

لقد تزايدت أهمية قطاع الخدمات و تنوعت مجالاته ؛ فأصبحت الشركات الخدمية تواجه مشكلة اختيار الموقع شأنها شأن الشركات الصناعية ، فرغم أن مراكز تقديم الخدمة تميل نمطياً إلى التركيز على العوامل المرتبطة بالسوق و اختيار الموقع حيثما تتوفر المدخلات و الطلب على الخدمة ، إلا أن تنوع الخدمات أدى ببعض مراكز الخدمة إلى الانتشار و الابتعاد عن مراكز المدن ؛ فالمدن الطبية و الجامعية و المراكز الترفيهية

والرياضية و المصحات - أخذت تميل إلى الضواحي حيث المناطق الواسعة و الهادئة :  
مما يجعلها نماذج دالة على التحول فى مواقع التسهيلات الخدمية .

إن الخدمات لغرض تحليل الموقع يمكن أن تصنف إلى الخدمات الثابتة و هى التى تقدم وتستهلك فى مراكز الخدمة مثل خدمات المستشفيات والجامعات والبنوك والمسارح والمطاعم ، والخدمات المجهزة ، وهى التى تستهلك حيثما تطلب مثل خدمات الطوارئ كالشرطة و الإطفاء و الإسعاف .

و فى تحديد موقع الخدمات الثابتة فإن كلفة الحصول الكلية على الخدمة هى المعيار المهم : لهذا فإن الاقتراب من الزبائن يكون عاملاً مؤثراً فى اختيار الموقع لخفض هذه الكلفة . أما موقع الخدمات المجهزة : فيتحدد بكلفة التجهيز الكلية ، وحيث إن خدمات الطوارئ تتطلب استجابة سريعة فى تقديم الخدمة عند الطلب إليها و بفعل الطبيعة العشوائية للتوقيت و التكرار لنداءات الخدمة : فإن توفير سعة كبيرة ومكلفة فى مركز خدمة واحد يؤدى إلى ظهور خصائص خط الانتظار : ذروة طلب فى أوقات وسعة عاطلة فى أوقات أخرى ، مع تدنى سرعة الاستجابة جراء ابتعاد القاعدة - مركز الخدمة عن مناطق تقديم الخدمة (الطلب) : لهذا فإن انتشار الخدمة من خلال مواقع متعددة تكون ضرورية و بكلفة معقولة .

كما يمكن تصنيف الخدمات إلى خدمات تتطلب اتصالاً عالياً بالزبون كما فى الخدمات حسب الطلب كخدمات التشخيص الطبى والعلاقة و الاستشارات القانونية ، وخدمات تتطلب اتصالاً أدنى بالزبون ، كما فى الخدمات شبه الصناعية مثل خدمات البريد و معالجة الصكوك و المستودع المؤتمت . و فى النوع الأول من الخدمات فإن موقع الخدمة يجب أن يكون قريباً من مناطق استهلاكها ، أى من الزبائن ، فى حين أن النوع الثانى يكون أكثر مرونة : لأن تقديم الخدمة لا يستلزم وجود الزبون شخصياً .

### خامساً - الموقع فى الخارج :

إن الموقع فى الخارج يعبر عن الميل العام فى التوسع الذى تقوم به الشركات التى تفعل ما هو أفضل للاستحواذ على الأسواق وإعطاء أعمالها طابعاً دولياً . ورغم أن

الموقع فى الخارج يمكن تفسيره تقليدياً من خلال التقرب من السوق والاستفادة من ميزة العمل الرخيص ، إلا أن هذا وحده لا يكفى للتفسير : لأن التقرب من الأسواق يعنى الابتعاد عن المواد الأولية ، والعمل الرخيص سرعان ما يتغير بالزيادة السريعة فى الأجور ، ويشير (بوفافا E.S.Buffa) إلى أن الأجور قد تكون عالية ، ومع ذلك فإن كلف العمل يمكن أن تكون منخفضة بشكل متزامن : لأن العامل المهم هو الإنتاجية : لهذا فإنه يخلص إلى أن المنتجات فى الصناعات التى لها محتوى عمل كبير نسبياً (كما فى الصناعات كثيفة العمل ) و كلف أقل فى الخارج يمكن أن تعتمد على الموقع فى الخارج . أما الصناعات التى تهيم فيها المواد والسعة ورأس المال على تركيب الكلف ، و تكون ذات كلفة عالية فى الخارج : فإنها لا تميل إلى الموقع فى الخارج .

ويمكن أن نضيف إلى هذا التحليل الذى يركز على العمل الرخيص والإنتاجية ، نزعة عولة لدى الشركات الكبيرة فى الحاجة لإنماء الأسواق وتوسيعها على أساس التقسيم الدولى والاستفادة من تفوقها الإدارى والتكنولوجى والتسويقى وفى الإنتاجية وغزو أسواق واسعة بالتقرب منها بهذا التفوق ، وكذلك من خلال الاستثمارات والمشروعات المشتركة التى تساعد على أن تكون مقبولة فى البيئات الخارجية ، كما تضمن فهماً وحساسية أكبر لخصائصها : بما يساعد على الاستجابة الأفضل لحاجاتها .

إن الموقع الخارجى بقدر ما يمثل امتداداً وتوسيعاً لمفاهيم الموقع على مستوى البلد الواحد : فإنه أيضاً يمثل تطوراً له ضمن بيئات متنوعة فى الخصائص ومتباينة فى القدرات : لهذا فإن تقييم المواقع لابد أن يراعى ذلك كله : لأن الميزة فى الإنتاج أو الكلفة وحدها قد لا تعنى ميزة فى بيئة أخرى ومن ضمانات العوامل غير الملموسة كاتجاهات الجماعة المحلية واللوائح والقوانين واتجاهاتها المستقبلية تتزايد أهميتها ، ومع ذلك فإن هناك بيئات خارجية - كما هو الحال فى دول جنوب شرقى آسيا - أصبحت ذات مزايا واضحة فى جذب الشركات الأمريكية الأوربية لإقامة المشروعات هناك .

## ٢-٦- طرق المفاضلة فى اختيار الموقع :

هناك طرق عديدة للمفاضلة بين المواقع البديلة التى تكون مرشحة لإنشاء مصنع جديد أو فرع جديد أو عند إعادة تقييم الموقع الحالى مع المواقع البديلة الأخرى . ونعرض فيما يأتى لبعض هذه الطرق مع التوسع فى ملحق هذا الفصل فى طريقة النقل ؛ نظراً لأهميتها فى المفاضلة ما بين المواقع البديلة عندما تكون كلفة النقل عالية .

### أولاً - المفاضلة على أساس الكلف والعوائد :

فى هذه الطريقة يمكن القيام بعملية المفاضلة وفق معيار الكلف الكلية التى يتم تحملها فى كل موقع من المواقع البديلة ؛ حيث يكون الموقع الأفضل هو الذى يتطلب أدنى كلفة كلية ، و يدخل ضمن هذا التقييم عند المفاضلة بين الكلفة الكلية للموقع الحالى والكلف الكلية للمواقع البديلة والاقتصادية . والمثال (٣-٢) يوضح ذلك .

#### مثال (٣-٢)

فى الجدول الآتى بيانات عن الكلف فى الموقع الحالى و ثلاثة مواقع مرشحة لاختيار أحدها بشرط أن يتحقق اقتصاد بالموارد بالمقارنة مع الموقع الحالى لا يقل عن (٧٪) فما هو الموقع الأفضل ؟

البيانات	الموقع الحالى	المواقع المرشحة		
		الموقع الأول	الموقع الثانى	الموقع الثالث
كلفة العمل	٣٠٠٠٠	٢٨٠٠٠	٣٤٠٠٠	٣٦٠٠٠
كلفة المواد	٥٠٠٠٠	٤٥٠٠٠	٤٨٠٠٠	٤٠٠٠٠
الخدمات المباشرة	٧٥٠٠٠	٧٠٠٠٠	٦٠٠٠٠	٩٠٠٠٠
الخدمات غير المباشرة	١٠٥٠٠٠	١٠٦٠٠٠	٧٥٠٠٠	٩٠٠٠٠

الحل :

- المقارنة بين المواقع المرشحة على أساس الكلف :

البيانات	الموقع الحالي	المواقع المرشحة		
		الموقع الأول	الموقع الثانى	الموقع الثالث
مجموع الكلف	٩٨.٠٠٠	٩٠.٦٠٠	٩٥٥.٠٠٠	٩٤٠.٠٠٠
الاقتصاد بالكلفة	-	٧٤.٠٠٠	٢٥.٠٠٠	٤.٠٠٠
نسبة الاقتصاد	-	٧.٦	٢.٦	٤.١

إذن الموقع الأفضل هو الموقع المرشح الأول ؛ لأنه يحقق أكبر اقتصاد بالكلف ومقداره (٧٤) ألف دينار ، وهو ما يعادل (٧.٦ % ) ، وهذه النسبة أكبر من النسبة المحددة لاختيار أحد المواقع ومقدارها ( ٧ % ) .

عند توفر بيانات إضافية عن حجم الإنتاج والطلب وسعر الوحدة و الكلفة الثابتة - يكون بالإمكان احتساب الربح الكلى الذى يعتبر معياراً مهماً فى عملية المفاضلة والمثال (٣-٤) يوضح ذلك .

### مثال (٣-٤)

فى المثال السابق توفرت البيانات الإضافية كما فى الجدول الآتى ، مع افتراض أن الكلفة الثابتة متساوية فى جميع المواقع و مقدارها (٢٠٠) ألف دينار . ما هو الموقع الأفضل باستخدام معيار الربح الكلى ؟

البيانات	الموقع الحالي	المواقع المرشحة		
		الموقع الأول	الموقع الثانى	الموقع الثالث
حجم المخرجات	١٣٥.٠٠٠	١٥٠.٠٠٠	١٣.٠٠٠	١٤٥.٠٠٠
سعر الوحدة (دينار)	٩.٥	٨	٩	٨.٨

الحل :

$$رك = ع ك - ك ك = (س \times ح) - (ك ك + ك م)$$

$$رك = \text{الربح الكلى} \quad ع ك = \text{العوائد الكلية} \quad ك ك = \text{الكلف الكلية}$$

$$س = \text{سعر الوحدة} \quad ح = \text{حجم المخرجات} \quad ك ك = \text{الكلفة الثابتة}$$

$$ك م = \text{الكلفة المتغيرة} \quad رك = \text{الربح الكلى}$$

$$رك (\text{الموقع الحالى}) = (٩٥٠ \times ١٣٥) - (٩٨٠ \dots + ٢٠٠ \dots) = ١٠٢٥٠٠ \text{ دينار .}$$

$$رك (\text{الموقع الأول}) = (٨٠ \times ١٥٠) - (٩٠٦ \dots + ٢٠٠ \dots) = ٩٤ \dots \text{ دينار .}$$

$$رك (\text{الموقع الثانى}) = (٩٠ \times ١٣٠) - (٩٥٥ \dots + ٢٠٠ \dots) = ١٥ \dots \text{ دينار .}$$

$$رك (\text{موقع الثالث}) = (٨٨ \times ١٤٥) - (٩٤٠ \dots + ٢٠٠ \dots) = ١٣٦ \dots \text{ دينار .}$$

إذاً وفق معيار الربح الكلى فإن الموقع الأفضل هو الموقع الثالث الذى يحقق أعلى ربح كلى .

## ثانياً - طريقة الحجم / الكلفة الموقعية :

إن طريقة الحجم / الكلفة الموقعية (Volume/Locational Cost) تدعى أيضاً طريقة تحليل التعادل : حيث إن المعيار المستخدم فى هذه الطريقة معيار مزدوج يتكون من حجم المخرجات و الكلفة الكلية للموقع مقارنة بالطريقة السابقة التى تستخدم معياراً واحداً هو الكلفة الأدنى أو الربح الكلى . و المثال (٣-٥) يوضح استخدام هذه الطريقة .

### مثال (٣-٥)

تقوم إحدى الشركات الاستشارية بالمفاضلة بين أربعة مواقع مرشحة لإقامة مصنع جديد ، و بعد الدراسة توفرت لديها البيانات الآتية المتعلقة بالكلف الثابتة والكلفة المتغيرة للوحدة فى المواقع الأربعة .

الموقع	الكلفة الثابتة (دينار)	الكلفة المتغيرة للوحدة (دينار)
الأول	٢٢٠.٠٠٠	٨
الثاني	١٧٠.٠٠٠	١٤
الثالث	١٥٠.٠٠٠	١٨
الرابع	٢٠.٠٠٠	١٩

المطلوب :

- ١- تحديد الموقع الأفضل إذا بلغ حجم الطلب المتوقع (وهو حجم المخرجات المطلوب) (١٠) آلاف وحدة باستخدام طريقة الحجم / الكلفة الموقعية .
- ٢- تحديد مناطق الأمتلية للمواقع الأربعة باستخدام طريقة الحجم/الكلفة الموقعية .
- ٣- فى حالة انخفاض الطلب المتوقع إلى (٨) آلاف وحدة ، هل يبقى الموقع الأفضل فى المطلوب (١) هو الأفضل أيضاً .

الحل :

- ١- نحسب الكلفة الكلية (ك) عند مستوى الطلب المتوقع (حجم المخرجات المطلوب) للمواقع الأربعة :

$$ك ك (الموقع الأول) = ٢٢٠.٠٠٠ + (٨ \times ١٠.٠٠٠) = ٣٠٠.٠٠٠ \text{ دينار .}$$

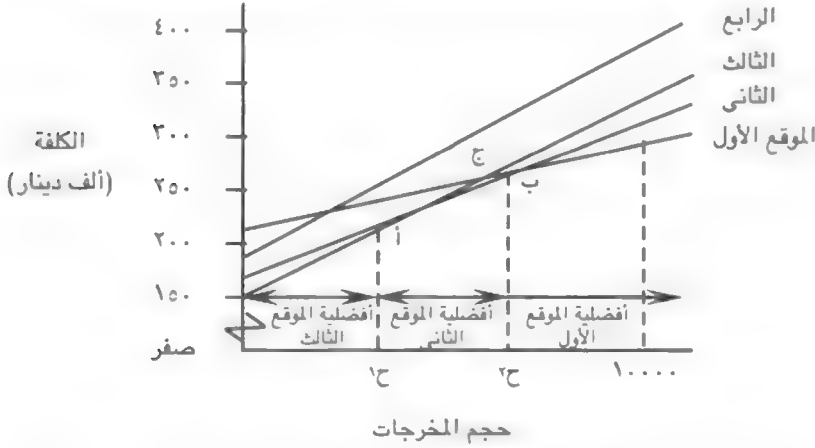
$$ك ك (الموقع الثانى) = ١٧٠.٠٠٠ + (١٤ \times ١٠.٠٠٠) = ٣١٠.٠٠٠ \text{ دينار .}$$

$$ك ك ( الثالث ) = ١٥٠.٠٠٠ + (١٨ \times ١٠.٠٠٠) = ٣٣٠.٠٠٠ \text{ دينار .}$$

$$ك ك ( الرابع ) = ٢٠.٠٠٠ + (١٩ \times ١٠.٠٠٠) = ٣٩٠.٠٠٠ \text{ دينار .}$$

- ٢- نرسم المواقع الأربعة على شكل بيانى واحد بتمثيل كل موقع بنقطتى تمثل الكلف الكلية عند مستويين من المخرجات . المستوى الأول صفر (حيث الكلفة الكلية عند

هذا المستوى تكون مساوية للكلفة الثابتة) ، وعند مستوى المخرجات المطلوب (١٠) آلاف وحدة والتي سبق احتسابها سابقاً . والشكل الآتي يوضح هذه الخطوة .



إن الشكل يوضح أن هناك نقاط تقاطع ، و لتحديد حجم المخرجات (ح) عند نقطة التقاطع (أ) : نأخذ معادلة تساوى الكلف للموقعين اللذين تقاطع منحنيهما كلفهما الكلية (الثاني - الثالث) فى تلك النقطة .

$$١٧٠٠٠٠ + ١٤ ح = ١٨٠٠٠ + ١٨ ح$$

$$٢٠٠٠ = ٤ ح$$

$$٥٠٠٠ = ح$$

وعند نقطة التقاطع (ب) للموقعين (الأول - الثاني)

$$٢٢٠٠٠ + ٨ ح = ١٧٠٠٠ + ١٤ ح$$

$$٥٠٠٠ = ٦ ح$$

$$٨٣٣٣ = ٢ ح$$



نلاحظ من الخطوة السابقة أن  $ح١ = ٥٠٠٠$  وحدة ، وهذا أقل من حجم المخرجات المطلوب ؛ لذا ننتقل لنقطة التقاطع (ب) حيث  $ح٢ = ٨٣٣٣$  وحدة ، وهذه أيضاً أقل من حجم المخرجات المطلوب ؛ لهذا فإن الموقع الأفضل عند حجم المخرجات المطلوب (١٠) آلاف وحدة هو الموقع ذو منحنى الكلفة الكلية الأدنى بعد نقطة التقاطع (ب) وهو موقع (الأول) .

٢- مناطق الأمثلية : بعد تحديد حجم المخرجات عند النقاط (أ) و (ب) و هما أدنى نقطتين بين نقاط التقاطع الأربع يمكن تحديد مناطق الأمثلية كالآتي :

منطقة أمثلية (الثالث) تمتد من صفر - ٥٠٠٠ وحدة .

منطقة أمثلية (الثاني) تمتد من ٥٠٠٠ - ٨٣٣٣ وحدة .

منطقة أمثلية (الأول) تمتد من ٨٣٣٣ - ١٠٠٠٠ وحدة .

لا توجد منطقة أمثلية للموقع (الرابع) لارتفاع الكلفة الكلية .

يلاحظ أننا لم نأخذ نقطتي التقاطع (ج) و (د) لأنهما عاليتان .

٢- عند تغير الطلب إلى (٨) آلاف وحدة ؛ فإن موقع (الأول) الذي كان هو الأفضل عند حجم المخرجات السابق أي (١٠) آلاف وحدة - لا يظل هو الأفضل ، وإنما الموقع الأفضل الجديد هو موقع (الثاني) ؛ لأن منطقة أمثليته تمتد من (٥٠٠٠-٨٣٣٣) وضمنها يقع الطلب (٨) آلاف وحدة .

### ثالثاً - نموذج الوسيط البسيط :

إن نموذج الوسيط البسيط (Simple Median Model) يساعد في تحديد الموقع الأفضل (أو الأمثل) اعتماداً على ثلاثة عوامل هي :

أ - الحمولات : المنقولة من الموقع الجديد المطلوب اختياره إلى الأماكن المخصصة التي قد تمثل المستودعات ، الأسواق ، أو المصانع الأخرى للشركة (أو بالعكس) .

ب - المسافات : تمثل الأطوال التي تتحرك عليها الحمولات من الموقع الجديد إلى الأماكن المخصصة .

ج - الكلف (Costs) : لنقل وحدة حمولة لوحدة مسافة من الموقع الجديد إلى الأماكن المخصصة .

و من أجل توضيح استخدام النموذج : سنأخذ المثال (٣-٦) و من خلال الحل نَصِفُ خطوات التطبيق للنموذج .

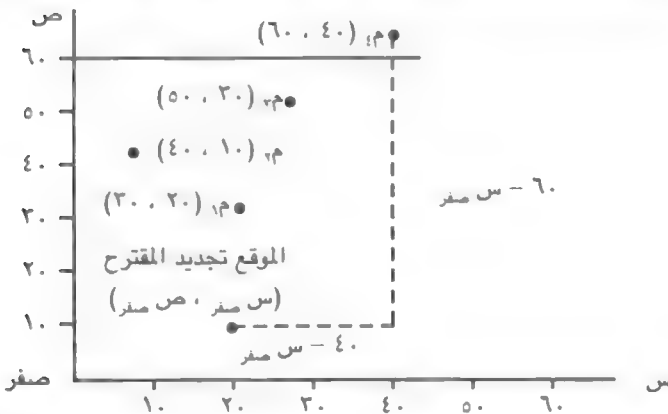
### مثال (٣-٦)

شركة (أ ب ج) تقوم بدراسة لتحديد موقع لمصنعها الجديد الثالث الذي يستلم المواد الأولية من المصنعين الآخرين هما (١م) و (٢م) ، وأن المصنع الجديد سينتج منتجات نهائية يجب أن تشحن إلى مستودعى توزيع هما (٣م) و (٤م) . إن الموقع المقترح للمصنع الجديد والمواقع الأربعة (المصنعين و المستودعين) والمسافات بينه وبين المواقع الأربعة لإحداثيات (س) و (ص) - وضعت كما فى الشكل الآتى .

(ملاحظة : إن الموقع المقترح يتم اختياره بشكل اختياري ، وتحسب المسافات بينه وبين المواقع الأخرى و يكون بمثابة الحل الأولي) .

يلاحظ أن (م) تبعد عن نقطة الأصل (صفر) على المحور السيني (٤٠) ، و إذا كان الموقع الجديد المقترح (س صفر) على المحور السيني ، إذن (م) تبعد عنه (٤٠ - س صفر) . و نفس الشيء بالنسبة إلى (م) بالعلاقة مع المحور الصادى .

### الشكل رقم (٣-٢) : مصادر المواد الأولية ومستودعات التوزيع



والسؤال المهم هو أين يجب أن يوضع المصنع الثالث الجديد ليحقق أدنى كلفة نقل في شبكة الشركة الحالية ؟ إن نموذج الوسيط البسيط في مثل هذه المشكلات يمكن أن يقدم الحل الأمثل . و لاستكمال الحل باستخدام هذا النموذج فإذا كانت الحمولات السنوية بين المواقع الأربعة و الموقع الجديد (و) هي كالتى :

- من المصنع (م) إلى المصنع أو الموقع الجديد (٧٥٥) طناً .
- من المصنع (٢م) إلى المصنع أو الموقع الجديد (٩٠٠) طن .
- من المصنع الجديد إلى المستودع (٢م) (٥٤٠) طناً .
- من المصنع الجديد إلى المستودع (م) (٥٠٠) طن .

وأن الكلفة لنقل وحدة حمولة كوحدة مسافة بين المواقع الأربعة و المصنع الجديد هي (١) دينار ، ومن هذه المعلومات يمكن تنظيم الجدول الآتى .

المواقع الحالية م ك	الحمولات السنوية (و ك) بين (م ك) والمصنع الجديد	الكلفة (ك ك) لتحريك وحدة حمولة لوحدة مسافة (دينار)	إحداث الموقع (س ك ، م ك) للموقع (م ك) (س ك ، م ك)
١م	٧٥٥	١	(٢٠ ، ٢٠)
٢م	٩٠٠	١	(٤٠ ، ١٠)
٣م	٥٤٠	١	(٥٠ ، ٣٠)
٤م	٥٠٠	١	(٦٠ ، ٤٠)
المجموع	٢٦٠٥		

(ك) هو دليل المواقع الحالية .

وعلى افتراض أن (ف ك) تمثل وحدات المسافة بين المواقع الأربعة الحالية (م ك) والموقع أو المصنع الجديد ؛ فإن الكلفة الكلية للنقل تحسب وفق الصيغة الآتية :

$$\text{كلفة النقل الكلية} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{ك} \cdot \text{و} \cdot \text{ك} \cdot \text{ف} \cdot \text{ك}}{n} \quad (1-3)$$

$$n = \text{المجموع الكلى للمواقع} . \quad k = \text{المواقع المعنية} .$$

فى هذا النموذج نفترض أن نقل الحمولات على مسارات مستطيلة ، أى أن شبكة الطرق تمثل طرقاً رأسية وأفقية : فإن المساحة بين أى موقع من المواقع الحالية والمصنع الجديد سيقاس من خلال الفرق المطلق فى إحداثيات (س) والفرق المطلق فى إحداثيات (ص) ، وإن حساب القيمة المطلقة للفرق (ق ك) (لأن المسافة دائماً موجبة) يتم باستخدام المعادلة الآتية :

$$ق ك = |س ك - س صفر| + |ص ل - ص صفر| \dots \dots \dots (2-3)$$

إن هدفنا هو إيجاد وتحديد الموقع الجديد ، أى تحديد (س صفر ، ص صفر) الذى ينتج أدنى كلفة كلية للنقل وهذا يتم من خلال ثلاث خطوات :

١- تحديد القيمة الوسيطة للحمولات : إن العدد الكلى للحمولات المنقولة من و إلى المصنع الجديد من الجدول هى (٢٦٠٥) أطنان . وإذا نحن فكرنا فى كل حمولة بشكل منفرد : فإن عددها سيكون من (١) إلى (٢٦٠٥) ، عندئذ يكون عدد الحمولة الوسيطة هو العدد الوسطى ، أى هو العدد الذى يكون نصف عدد الحمولات فوقه والنصف الآخر تحته فى الترتيب . وبالنسبة إلى (٢٦٠٥) حمولات ، فإن العدد الوسيط للحمولة هو (١٣٠٢) حمولات : لأن (١٣٠٢) يقع فوقه ونفس العدد يقع تحته .

٢- إيجاد إحداثى - س للحمولة الوسيطة : لا نأخذ حركة الحمولات باتجاه - س ابتداء من الأصل فى الشكل السابق و التحرك إلى اليمين على طول المحور السينى . ولاحظ عدد الحمولات المنقولة من و إلى المواقع الحالية : إن الحمولات من (١-٩٠٠) تشحن بواسطة المصنع (م) من الموقع س = ١٠ ، و من ثم (٩٠١-١٦٥٥) حمولة شحن من المصنع (م) من الموقع س = ٢٠ ، و هو موقع إحداثى - س للمصنع الجديد (لأن ١٦٥٥ هو الأقرب إلى القيمة الوسيطة (١٣٠٢) من (٩٠٠) ، أو من الإحداثى اللاحق س = ٣٠ ، حيث العدد سيكون (٢١٩٥) حمولة .

٢- إيجاد إحداثي - ص للحمولة الوسيطة : فى هذه الخطوة يتم الاهتمام بحركة الحمولات باتجاه - ص : فنبدأ عند الأصل فى الشكل السابق والتحرك إلى الأعلى على طول المحور الصادى ، أى أن الحركة فى اتجاه - ص يبدأ من (١-٧٥٥) حمولة تشحن من المصنع (م) : (لأن أدنى قيمة على المحور الصادى للمواقع الحالية الأربعة هي (٢٠) للموقع الأول (م) و من الموقع ص = ٢٠ ، و من ثم الحملات (٧٥٦ - ١٦٥٥) حمولة تشحن من المصنع (م) من الموقع ص = ٤٠ : لذا فإن الحمولة الوسيطة تقع فى المدى أو الفئة (٧٥٦-١٦٥٥) حمولة : و أن ص = ٤٠ هي إحداثي - ص المرغوب بالنسبة للمصنع الجديد .

إذن من الخطوات الثلاث نصل إلى أن موقع المصنع الجديد الأمثل يكون عند ص = ٢٠ و ص = ٤٠ ، و هذا ينتج أدنى كلفة نقل سنوية لشبكة المواقع الخمسة (ضمنها المصنع الجديد) التى يمكن احتسابها باستخدام المعادلتين (١-٣) و (٢-٣) :

$$\text{كلفة النقل الكلية} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{ك} \cdot \text{و} \cdot \text{ك}}{n} = (\text{ص} \cdot \text{ك} - \text{ص} \cdot \text{م} \cdot \text{و}) + (\text{ص} \cdot \text{ك} - \text{ص} \cdot \text{م} \cdot \text{و}) \dots (٢-٣)$$

$$\text{كلفة النقل الكلية} = (٧٥٥ \times ١٠) + (٩٠٠ \times ١٠) + (٤٥٠ \times ٢٠) + (٥٠٠ \times ٤٠) = ٤٥٥٥٠ \text{ ديناراً} .$$

والجدول الآتى يوضح احتساب الفروق المطلقة (المسافات بين المواقع الحالية (م ك) و المصنع الجديد) و الحمولة السنوية ، مع ملاحظة أن كلفة نقل وحدة حمولة لوحدة المسافة ثابتة مقدارها دينار واحد كما هو فى الجدول .

المواقع العالية (م ك)	إحداثى س - للموقع (م ك)	إحداثى س - للموقع (م ك)	المسافة بين (م ك) والمصنع الجديد			المسافة الكلية ق ك (٥+٤)	السفوية بين المواقع م ك والمصنع الجديد	كلفة وحدة حمولة لوحة مسافة	كلفة النقل السفوية ٨ × ٧ × ٦
			اتجاه - س	اتجاه - م	اتجاه - م				
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	
١م	٢٠	٣٠	صفر	١٠	١٠	٧٥٥	١	٧٥٥٠	
٢م	١٠	٤٠	١٠	صفر	١٠	٩٠٠	١	٩٠٠٠	
٣م	٣٠	٥٠	١٠	١٠	٢٠	٤٥٠	١	٩٠٠٠	
٤م	٤٠	٦٠	٢٠	٢٠	٤٠	٥٠٠	١	٢٠٠٠٠	
المجموع									٤٥٥٥٠

هناك ملاحظات مهمة لابد من مراعاتها فى هذا النموذج :

- ١- أن الاهتمام كان ينصبّ فى هذه الحالة على إضافة مصنع جديد واحد .
- ٢- يجب ملاحظة افتراض مهم فى النموذج هو أن أى نقطة فى نظام إحداثيات (س ، ص) هى نقطة مقبولة لموقع المصنع الجديد .
- ٣- أن النموذج لا يأخذ فى الاعتبار مدى توفر الحمولة ، أو الكثافة السكانية ، أو أية اعتبارات أخرى غير تكلفة النقل .

#### رابعاً - نموذج مقياس الموقع :

نموذج مقياس الموقع (Location Measure Model) الذى قدمه (براون وجيبسون P.A.Brown and D.F.Gibson) فى محاولة معالجة نوعين من العوامل الموضوعية و الذاتية التى تؤثر فى الموقع مع معالجة التقييمات الذاتية لهذه العوامل بشكل قابل للتكميم ، ونعرض لهذا النموذج فى الخطوات الآتية :

**الخطوة الأولى :** تحديد العوامل المؤثرة في اختيار الموقع والتي ستتضمنها دراسة تحديد الموقع ، ومن ثم تحديد المواقع التي تتوفر فيها هذه العوامل التي تعتبر بمثابة عوامل حرجية ، فمثلاً المصنع الذي يحتاج إلى المياه بكمية كبيرة ، فإن الموقع الذي تتوفر فيه عوامل جذابة أخرى إلا أنه يعاني من نقص المياه يهمل .

**الخطوة الثانية :** جمع البيانات عن هذه العوامل و التعبير عن الكلف المرتبطة بها بوحدات نقدية ، عندئذ يحدد العامل الموضوعي (ع م) لكل موقع بضرب كلفة الموقع بالدينار (ج ك) بمجموع معكوس كل الكلفة (مج \ ج ك) ، ومن ثم أخذ معكوس الناتج أي :

$$ع م ك = [ ج ك \times مج ( \backslash ج ك ) ] - ١ - ..... ( ٣ - ٢ )$$

إن هذا الحساب يمكن تطبيقه على ثلاثة مواقع تم تحديد كلف أربعة عوامل مؤثرة في الموقع ، كما في الجدول رقم ( ٣ - ٢ ) .

**الجدول رقم ( ٣ - ٢ ) كلف أربعة عوامل**

مج	الكلف السنوية (ألف دينار)				الموقع (ك)
	الضرائب	المنافع	التسويق	العمل	
٥١٩	١٦	٧٤	١٨١	٢٤٨	١
٥٠٣	٨	٨٢	٢٠٢	٢١١	٢
٥٠٦	٢١	٩٠	١٦٥	٢٣٠	٣

للتوصل إلى تقييم العامل الموضوعي (ع م) لكل موقع : فإن [مج ( \ ج ك ) ] يحسب أولاً :

$$مج ( \backslash ج ك ) = ٥١٩ \backslash ١ + ٥٠٣ \backslash ١ + ٥٠٦ \backslash ١ = ٠,٠٠٥٨٩١$$

بعدئذ يمكن احتساب العامل الموضوعي لكل موقع من المواقع كالاتى باستخدام المعادلة (٣-٢) .

$$ع١م = (٠.٠٠٥٨٩١ \times ٥١٩)^{-١} = ٠.٣٢٧١$$

$$ع٢م = (٠.٠٠٥٨٩١ \times ٥٠٢)^{-١} = ٠.٣٣٧٤$$

$$ع٣م = (٠.٠٠٥٨٩١ \times ٥٠٦)^{-١} = ٠.٣٣٥٥$$

يلاحظ أن (م ع م ك) يجب أن يساوى واحداً .

**الخطوة الثالثة :** احتساب و تقييم أهمية العوامل الذاتية غير الملموسة فى نظر صانع القرار ، و ذلك باستخدام طريقة الاختيار القسرى لمقارنة تفضيلات كل عامل مع العوامل الأخرى . فلو افترضنا أن هناك ثلاثة عوامل ذاتية غير ملموسة مثل : السكن ، وسائل الترفيه ، و المنافسة ، فعند المقارنة بين السكن ووسائل الترفيه ، إذا كان تفضيل السكن على وسائل الترفيه نأخذ قيمة (صفر) ، و مصفوفة التفضيل توضع ذلك : حيث يظهر من هذه المقارنة أن صانع القرار غير مبالٍ بالترفيه و المنافسة لتساوى القيمة ، و أن عامل السكن هو المفضل على كليهما . إن عدد مرات تفضيل العامل يقسم على العدد الكلى للتفضيلات للتوصل إلى تقييم أهمية العامل .

و يوضح الجدول رقم (٣-٤) مصفوفة التفضيلات .

الجدول رقم (٣ - ٤) مصفوفة التفضيلات

العامل	قرار المقارنة		المنافسة	مجموع التفضيلات	أهمية العامل
	السكن	الترفيه			
السكن	-	١	١	٢	٤/٢ = ٠.٥
الترفيه	صفر	-	١	١	٤/١ = ٠.٢٥
المنافسة	-	صفر	-	١	٤/١ = ٠.٢٥
المجموع	٤				١.٠٠ =

بعدئذ تتم مقارنة كل عامل من العوامل غير الملموسة الثلاثة (السكن ، وسائل الترفيه ، المنافسة) فى المواقع الثلاثة (أ ، ب ، ج) و التوصل إلى التقييمات الذاتية لهذه العوامل حسب المواقع كالاتى :



الجدول رقم (٣ - ٥) التقييمات الذاتية للعوامل

عامل السكن					عوامل وسائل الترفيه				
الموقع	١	٢	٣	أهمية العامل	الموقع	١	٢	٣	أهمية العامل
١	-	صفر	١	٠,٣٣	١	-	صفر	٢	صفر
٢	صفر	-	صفر	صفر	٢	١	-	١	٠,٦٧
٣	١	١	-	٠,٦٧	٣	١	صفر	-	٠,٣٣
عامل المنافسة					تخليص المواقع حسب العوامل				
الموقع	١	٢	٣	أهمية العامل	١	٢	٣		
١	-	صفر	١	٠,٢٥	السكن	٠,٣٣	صفر	٠,٦٧	
٢	١	-	صفر	٠,٢٥	الترفيه	صفر	٠,٦٧	٠,٣٣	
٣	١	١	-	٠,٥٠	المنافسة	٠,٢٥	٠,٢٥	٠,٥٠	

إن تقييم العامل النوعي يمكن التوصل إليه في كل موقع من خلال استخدام أهمية العامل التي تم التوصل إليها في مرحلتين : الأولى عند مقارنة العوامل مع بعضها كما في مصفوفة التفضيلات ، والثانية عند تقييم كل عامل حسب المواقع الثلاثة كما هو ظاهر في جدول تخليص التقييمات السابق ، أي أن العامل الذاتي (م ذك) للمواقع يكون كالآتي :

$$ع ذ١ = ٠,٥ (٠,٣٣) + ٠,٢٥ (صفر) + ٠,٢٥ (٠,٢٥) = ٠,٢٢٧٥$$

$$ع ذ٢ = ٠,٥ (صفر) + ٠,٢٥ (٠,٦٧) + ٠,٢٥ (٠,٢٥) = ٠,٢٣٠٠$$

$$ع ذ٣ = ٠,٥ (٠,٦٧) + ٠,٢٥ (٠,٣٣) + ٠,٢٥ (٠,٥) = ٠,٥٤٢٥$$

**الخطوة الرابعة :** في هذه الخطوة تقوم الإدارة في ضوء خبرتها وسياسات الشركة بإعطاء وزن نسبي للعوامل الموضوعية مقابل العوامل الذاتية ، فإذا هي رأت أن العوامل الموضوعية والعوامل الذاتية متساوية الأهمية ؛ فهذا يعني أن الوزن النسبي

(و) للعوامل الموضوعية سيكون (٠.٥) ، والوزن النسبي للعوامل الذاتية (١- و) يساوى (٠.٥) ، أما إذا أعطت الوزن النسبي (٠.٦٧) للعوامل الموضوعية : فإن الوزن النسبي للعوامل الذاتية سيكون (٠.٣٣) .

**الخطوة الخامسة :** احتساب مقياس الموقع للمواقع (م م ك) وفق المعادلة الآتية :

$$م م ك = (ع م ك) + (١ - و) (ع ذ ك) \dots\dots\dots (٣-٤)$$

$$م م (الموقع ١) = ٠.٦٧ (٠.٣٢٧١) + ٠.٣٣ (٠.٢٢٧٥) = ٠.٢٩٤٢٣$$

$$م م (الموقع ٢) = ٠.٦٧ (٠.٣٣٧٤) + ٠.٣٣ (٠.٢٣٠٠) = ٠.٣٠١٩٦$$

$$م م (الموقع ٣) = ٠.٦٧ (٠.٣٣٥٥) + ٠.٣٣ (٠.٥٤٢٥) = ٠.٤٠٣٨١$$

إن قيمة مقياس الموقع الأكبر تمثل الموقع الأفضل : لهذا فإن الموقع (٣) هو الأفضل فى هذا المثال .

### خامسا - طريقة العوامل النوعية :

يمكن تصنيف العوامل المؤثرة فى الموقع إلى عوامل كمية و هى العوامل التى يمكن وصفها بطريقة كمية أو نقدية ، و عوامل نوعية و هى العوامل التى لا يمكن أو من الصعب قياسها بوحدة كمية أو نقدية ؛ لهذا يتم الاعتماد على الخبرة و التقدير الذاتى لأهميتها . و تمثل طريقة العوامل النوعية ، و تدعى أيضاً التحليل النوعى أداة مفيدة لمعالجة هذه العوامل من خلال إعطاء أوزان نسبية و نقاط لهذه العوامل حسب توفرها فى الموقع ، و بعد احتساب النقاط المحرزة يمكن على أساسها المقارنة والمفاضلة بين المواقع ؛ حيث إن الموقع الذى يحقق أكبر مجموع من هذه النقاط يكون هو الموقع الأفضل . و لابد من الإشارة إلى أن العوامل الكمية تعتبر عوامل موضوعية ؛ لهذا فإنها أداة المفاضلة الأكثر استقراراً و دقة ، إلا أن العوامل الكمية (مثل الكلفة أو الربح) عندما تتساوى أو تتقارب فى المواقع ؛ فإن الإدارة قد تلجأ إلى العوامل النوعية لغرض المفاضلة ، كما يتم اللجوء إلى التحليل النوعى عندما تكون

العوامل الكمية (الكلف) أقل أهمية فى المفاضلة . و نعرض فيما يأتى خطوات هذه الطريقة :

- أ - تحديد العوامل النوعية المؤثرة فى الموقع .
- ب - وضع مقياس التفضيل الذى يحدد مدى النقاط المحرزة مثلاً (صفر-١٠) .
- ج - تحديد وزن نسبي لكل عامل من العوامل النوعية حسب أهميته النسبية بالمقارنة مع العوامل الأخرى .
- د - تقييم المواقع البديلة حسب مدى توفر العوامل النوعية فيها : بإعطاء تقييم رقمى أو نقاط محرزة .
- هـ - احتساب النقاط المحرزة من قبل كل موقع من خلال ضرب التقييم الرقمى المعطى لكل عامل نوعى بالوزن النسبى للعامل .
- و - المفاضلة بين المواقع بإحدى الطرق الآتية :

- أولاً : على أساس مجموع النقاط المحرزة من قبل كل موقع فقط .
- ثانياً : تحويل العوامل الكمية أو النقدية إلى نقاط محرزة .
- ثالثاً : تحويل العوامل النوعية إلى عوامل كمية باستخدام مكافئ نقدي لكل نقطة محرزة .
- والمثال (٢-٦) يوضح استخدام هذه الطريقة .

### مثال (٢ - ٦)

تقوم شركة الخليج باختيار موقع جديد لفرعها الثالث فى إطار سياستها فى التوسع فى اللامركزية فى الإنتاج ، وبعد جمع المعلومات وتحليلها توصلت إلى أن هناك ثلاثة مواقع مرشحة ، وقدرت الكلفة الكلية السنوية للإنتاج فيها كالاتى :

الموقع	الكلفة الكلية السنوية
بنغازى	٥٧٨٠٠
درنة	٦٠٢٠٠
طبرق	٥٨٦٠٠

وقد حددت الإدارة بالاعتماد على خبرتها الطويلة أربعة عوامل نوعية تتوفر بدرجات متباينة في المواقع المرشحة ، ووضعت مقياساً مكوناً من ( صفر - ٢٠٠ ) نقطة ، وقيمت توفر العوامل النوعية في المواقع مع تحديد وزن نسبي لكل عامل يعكس أهميته النسبية بالعلاقة مع العوامل الأخرى كما في الجدول الآتي :

العوامل النوعية	الوزن النسبي (٥-١)	النقاط المحرزة		
		بنغازي	برنة	طبرق
اتجاهات الجماعة المحلية	٥	٢٠٠	١٨٠	١٩٠
التسهيلات البيئية	٤	١٥٠	١٧٠	١٨٠
تطور الخدمات العامة	٢	١٤٠	١٣٠	١٦٠
المناخ	١	١١٠	١٢٠	١٠٠

المطلوب :

- ١ - تحديد الموقع الأفضل على أساس المجموع الكلي للنقاط المحرزة من قبل المواقع دون مراعاة الكلفة الكلية .
  - ٢ - تحديد الموقع الأفضل إذا كانت الإدارة قد حددت أن كل نقطة محرزة تعادل (٥) دانانير .
  - ٣ - تحديد الموقع الأفضل إذا اعتبرت الإدارة النقاط المحرزة بمثابة مزايا ضمنية في الموقع يمكن أن تساهم في خفض الكلفة الكلية المتوقعة لكل موقع .
- الحل :

١- نحسب المجموع الكلي للنقاط المحرزة في كل موقع .

العوامل النوعية	الوزن النسبي (٥-١)	النقاط المحرزة		
		بنغازي	برنة	طبرق
اتجاهات الجماعة المحلية	٥	$١٠٠٠ = ٥ \times ٢٠٠$	$٩٠٠ = ٥ \times ١٨٠$	$٩٥٠ = ٥ \times ١٩٠$
التسهيلات البيئية	٤	$٦٠٠ = ٤ \times ١٥٠$	$٦٨٠ = ٤ \times ١٧٠$	$٧٢٠ = ٤ \times ١٨٠$
تطور الخدمات العامة	٢	$٢٨٠ = ٢ \times ١٤٠$	$٢٦٠ = ٢ \times ١٣٠$	$٣٢٠ = ٢ \times ١٦٠$
المناخ	١	$١١٠ = ١ \times ١١٠$	$١٢٠ = ١ \times ١٢٠$	$١٠٠ = ١ \times ١٠٠$
المجموع		١٩٩٠	١٩٦٠	٢٠٩٠

إن المجموع الكلي الأعلى للنقاط تحقق في موقع طبرق : لذا فهو الأفضل .

٢ - تحويل العوامل الكمية والنقدية إلى نقاط محرزة (كل خمسة دنانير تساوي نقطة واحدة) : وذلك لتحديد الموقع الذي يسجل أعلى مجموع من النقاط المحرزة والمتحققة من كلا النوعين من العوامل الكمية (النقدية) والنوعية ، وذلك بتحديد أعلى كلفة كلية بين المواقع ، ومن ثم طرح الكلف الكلية للمواقع منها وقسمة الناتج على المكافئ النقدي للنقطة . (لاحظ أن أعلى كلفة كلية سنوية هي ٦٠٢٠٠ دينار) .

$$\text{بنغازى} = \frac{٥٧٨٠٠ - ٦٠٢٠٠}{٥} = ٤٨٠$$

$$\text{درنة} = \frac{٦٠٢٠٠ - ٦٠٢٠٠}{٥} = \text{صفر}$$

$$\text{طبرق} = \frac{٥٨٦٠٠ - ٦٠٢٠٠}{٥} = ٣٢٠$$

المجموع الكلى للنقاط المحرزة للمواقع :

$$\text{بنغازى} = ١٩٩٠ + ٤٨٠ = ٢٤٧٠ \text{ نقطة .}$$

$$\text{درنة} = \text{صفر} + ١٩٦٠ = ١٩٦٠ \text{ نقطة .}$$

$$\text{طبرق} = ٢٠٩٠ + ٣٢٠ = ٢٤١٠ \text{ نقاط .}$$

إذاً الموقع الأفضل هو موقع بنغازى

٣- احتساب القيمة النقدية للنقاط المحرزة (التي تعتبر ميزة ضمنية فى الموقع) :

$$\text{بنغازى} = ١٩٩٠ \times ٥ = ٩٩٥٠ \text{ ديناراً .}$$

$$\text{درنة} = ١٩٦٠ \times ٥ = ٩٨٠٠ \text{ دينار .}$$

$$\text{طبرق} = ٢٠٩٠ \times ٥ = ١٠٤٥٠ \text{ ديناراً .}$$

احتساب الكلفة الكلية الجديدة (ك ك) لكل موقع :

$$\text{ك ك (بنغازى)} = 57800 - 9950 = 47850 \text{ ديناراً .}$$

$$\text{ك ك (درنة)} = 60200 - 9800 = 50400 \text{ دينار .}$$

$$\text{ك ك (طبرق)} = 58600 - 10450 = 48150 \text{ ديناراً .}$$

إذاً الموقع الأفضل هو موقع بنغازى : لأنه أقل كلفة كلية .

### ٢-٧- الاتجاهات الحديثة فى اختيار الموقع :

لا شك أن اتجاهات الماضى فى عملية اختيار الموقع تتغير مع الوقت : فالموقع الجيد فى مدينة صغيرة قد لا يظل جيداً مثلاً لعدم القدرة على التوسع : إذا أصبحت هذه المدينة كبيرة ، ووجد المصنع نفسه محاصراً بالأحياء السكنية . وكذلك الحال فى الموقع الذى تم اختياره على أساس القرب من الطاقة الكهربائية فإن الشبكة الوطنية لمحطات توزيع الكهرباء أصبحت تقلل من أهمية هذا العامل فى عدد كبير من المصانع : لهذا كله فإن السؤال المهم أصبح هو : أين تتجه المصانع فى الوقت الحاضر ؟ وما هى الاتجاهات الحديثة فى اختيار الموقع ؟

إن (جاريت وسليفر Garrett and Silver) أشارا إلى أن هناك ثلاثة اتجاهات حديثة فى اختيار الموقع :

أ - اللامركزية فى مواقع الأعمال : حيث إن الكثير من الشركات أخذت تقيم فروعاً جديدة بدلاً من التوسع فى المواقع الحالية .

ب - الابتعاد عن المدن الكبيرة إلى المواقع منخفضة الكلفة وقليلة الضرائب .

ج - اختيار المواقع حيث كلفة العمل الأرخص بما فى ذلك المواقع فى الخارج (فى جنوب شرق آسيا مثلاً) .

أما (تيرسن R.J.Tersine) فيرى أن هناك اتجاهات تتبلور فى اختيار الموقع حددها فى الآتى :

أ- الحركة إلى الضواحي : أى تحرك المواقع حيث تتوفر الخدمات و المساحات الواسعة خارج المدينة فى الضواحي .

ب - المواقع الصناعية : أى تحرك المواقع حيث تتوفر الخدمات والمساحات الواسعة .

ج - المنافسة على الصناعة : إن الحكومات والسلطات فى الأقاليم تعمل على تشجيع إقامة الشركات الجديدة فى مناطقها من خلال تسهيلات كثيرة كإعفاءات الضريبية و مجانية الإيجار ومقاسمة كلف البناء ومنح القروض وغيرها ، وإن الدوريات و المجلات المتخصصة تتضمن إعلانات موجهة لجذب الصناعات إلى المناطق معينة .

د - اللامركزية : عندما تنمو الشركات إلى ما بعد حجم معين : فإنها تميل إلى تعدد المصانع لتقديم عمليات وخدمات محلية ، وتحقيق قدر أكبر فى الاستجابة للمنافسة المحلية . كما أن اللامركزية فى الموقع (تعدد المصانع) يحمى الشركة من الإضرابات و المشكلات التى قد تهدد مصنعاً واحداً و لكن لا تهدد الشركة فى كل مصانعها .

هـ- السيطرة على التلوث : إن السيطرة على النفايات و مياه التصريف و المواد والأبخرة المهيجة و المضرة أصبحت هدفاً وطنياً فى دول كثيرة ، وبدأت بوضع مقاييس وطنية للسيطرة على تلوث المياه و الهواء و التربة . وإن وسائل السيطرة على التلوث أصبحت تكلف ما بين ( ٥ - ٢٠ ٪ ) من الموازنة الرأسمالية فى الشركات : مما بات يجعل هذا العامل ذا تأثير واضح فى اختيار المناطق ذات التسهيلات البيئية و التى تتطلب كلفة أدنى .

يمكن أن نضيف إلى هذه الاتجاهات الاعتبارات الدولية فى الموقع : حيث إن النظرة إلى الموقع أصبحت أكثر شمولية وذات بعد دولى فى التصنيع فى مفاهيم العولة : فالشركات الكبرى أصبحت ذات نظرة عالمية للتصنيع : مما يجعل التقييم لعملية اختيار الموقع لا تتحدد بالمناطق المتاحة على مستوى البلد الواحد ، وإنما على مستوى العالم كله خاصة أن دولاً كثيرة أصبحت تتبارى فى منح التسهيلات لاجتذاب الشركات إليها ، وأن أقاليم معينة صارت مهيأة من النواحي القانونية والمالية والبشرية والتكنولوجية لإقامة المشاريع و الشركات عليها من مختلف الجنسيات . ومما يشجع

هذا الاتجاه هو أن التقسيم الدولي للأعمال والصناعات على أساس المزايا النسبية للتجارة الخارجية - أصبح أكثر تأثيراً لتطوير نظرة شمولية لتوزيع الأعمال والصناعات ، حسب توفر المزايا النسبية على مستوى العالم كله ، وهذا ما نتوقعه في المستقبل .

## ٢-٨- اختيار الموقع في التجربة اليابانية :

لقد حظيت التجربة اليابانية باهتمام كبير : وذلك لأنها - خلال فترة قصيرة نسبياً - استطاعت أن تتخلص من الآثار المدمرة للحرب : لتصبح الشركات اليابانية من أكبر المنافسين من حيث القدرة الإدارية والمالية والتكنولوجية للشركات الأمريكية والأوروبية : مما وجه الأنظار منذ بداية الثمانينيات إلى هذه التجربة ودراستها : من أجل الوقوف على العوامل الأساسية التي أدت إلى ما يسميه المختصون بالتفوق الياباني . وفي مجال اختيار الموقع فإن التجربة اليابانية كشفت عن بعض الخصائص التي يمكن الاستفادة منها : فاليابان بلد محدود المساحة : لهذا فإن عملية اختيار الموقع مكلفة وذات أهمية كبيرة انعكست في خصائص يمكن تحديدها كالاتي :

**أولاً - المصنع المتوسط بدلاً من المصنع الكبير :** هذا الاختيار لحجم المصنع بقدر ما يكشف محدودية الأرض ، فإنه يوضح جانباً مهماً من الأسلوب الياباني في إدارة العمليات : حيث إن المصنع المتوسط يوفر مرونة أكبر في الإنتاج ، وقدرة أفضل على الاستجابة للتغيرات في الإنتاج والسوق : فالاستثمار الكبير في المصانع الضخمة بقدر ما يخلق كلفاً غاطسة كبيرة فإنها تفقدهم القدرة على الحركة السريعة والاستجابة الرشيقة للتغيرات : لهذا فإنهم يميلون للتصنيع المتكرر في مصانع صغيرة . وبلغه (بيتر دركر P.E.Drucker) فإن أسطولاً صغيراً مكوناً من مركبات ذات استقلالية وتوازن خاص بها كنموذج لمصنع أواخر القرن العشرين أكثر كفاءة وقدرة على تحقيق الأهداف من البارحة كنموذج لمصنع اليوم . ولاشك في أن خفض المخزون إلى أدنى مستوى له : يساهم في تحقيق ذلك : لأنه يقلص الحاجة إلى المخازن الكبيرة والواسعة ، وهذا ما يحققه نظام إنتاج الوقت المحدد أو ما يسمى نظام تويوتا للإنتاج .



**ثانياً - علاقة جديدة مع الموردين :** حيث إن الشركات اليابانية تسعى إلى إقامة علاقات طويلة الأمد مع عدد قليل من الموردين ؛ ليسهل التعامل معهم مع مراعاة أن يكونوا قريبين من الشركة . وهذا يمثل ميلاً مهماً إلى الاقتراب من الموردين الأساسيين للشركة ؛ لخفض كلفة النقل وتحسين عملية التكامل بين المورد و الشركة في الإنتاج و مواعيده . ولعل شركة تويوتا تقدم نموذجاً في هذا المجال ؛ حيث يبلغ عدد الموردين الذين تتعامل معه (٢٥٠) مجهزة ، مقارنة بشركة جنرال موتورز (GM) الأمريكية التي تتعامل مع أكثر من (٣٥٠٠) مورد .

**ثالثاً - ربط الإنتاج بالتصدير :** حيث إن السوق المحلية ذات معايير قياسية مشابهة أو قريبة للمعايير الدولية ؛ مما يجعل المصنع الموجه للسوق الداخلية موجهاً للسوق الخارجية أيضاً ، وفق مفهوم التصنيع عالى المستوى الذى يعتمد على استخدام التفوق فى الإنتاج وليس على مستوى السوق المحلى ، وإنما على مستوى السوق الدولى . وبالتالي فإن الإنتاج للسوق المحلية هو إنتاج للتصدير أيضاً ، هذا ما يوجه المصانع نحو مراكز و موانئ التصدير ؛ فالمواد الأولية التى تستخدم وفق أسلوب من الميناء إلى المصنع ؛ فإن الإنتاج أيضاً يستخدم أسلوب من المصنع إلى الميناء ؛ مما يجعل الموقع المفضل هو الذى يقترب من مراكز وموانئ التصدير .

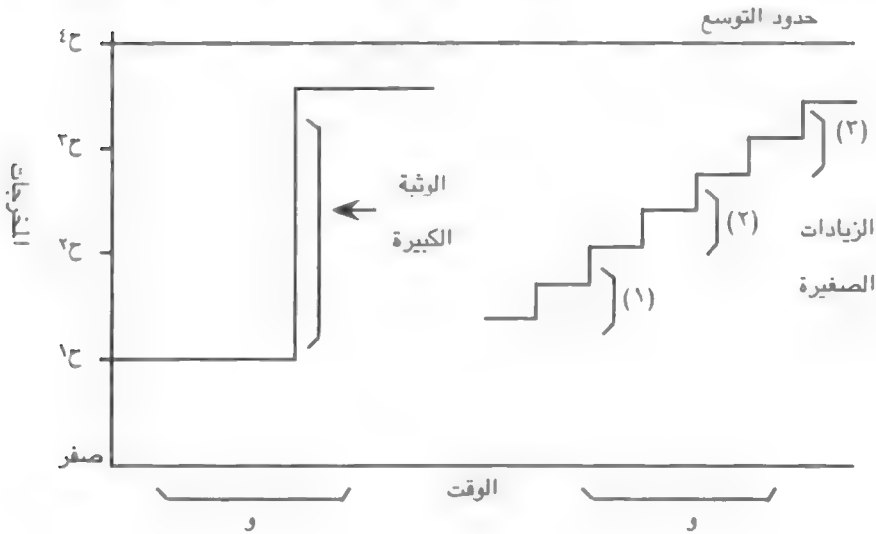
**رابعاً - الموقع فى الخارج :** إن تفوق أسلوب الإنتاج اليابانى و تحقيقه الميزة التنافسية ؛ جعل اليابانيين أكثر ميلاً نحو إقامة المصانع فى الخارج ، وخاصة فى الولايات المتحدة للاقتراب من السوق و التخلص من تقييدات الحماية التى تواجهها الشركات اليابانية التى لا تنتج داخل الولايات المتحدة . و هذا يوضح التزايد الكبير فى عدد المصانع اليابانية المقامة فى الولايات المتحدة التى تقدر بحوالى (٦٠٠) مصنع فى الوقت الحاضر .

**خامساً :** عند التوسع فإن الشركات اليابانية تقوم بإدخال الزيادات فى السعة (حجم المصنع) بدفعات صغيرة ؛ لتؤدى فى النهاية إلى الزيادة الكبيرة بدلاً من اللجوء إلى أسلوب الوثبة الوحيدة أو الوثبات الإستراتيجية الكبيرة ؛ حيث إن الأسلوب الأول لا

يتطلب كلفاً كبيرة ، وهو أقل مخاطرة مع تكوين خبرة أكبر في حساب واستغلال السعة ومتابعة تطور الطلب في السوق ، والأسلوب الثانى الوثبات الكبيرة يكون ذا كلفة رأسمالية كبيرة وذا مخاطر عالية و الشكل رقم (٣-٧) يوضح كلا الأسلوبين : فأسلوب الزيادات الصغيرة عبر الوقت ينتقل من مستوى المخرجات حجم المصنع (ح١) إلى (ح٢) ، و من ثم إلى (ح٣) و إلى (ح٤) فى الفترة (و) ، فى حين نجد أن لأسلوب الثانى (الوثبات الكبيرة) ينتقل بوثبة واحدة من (ح١) إلى (ح٤) بنفس الفترة (و) .

إن التجربة اليابانية تظل بحاجة إلى الدراسة والتعمق من أجل الاستفادة منها ، كما أن الدروس المستفادة منها تكشف عن بعض الاتجاهات الحديثة التى لابد من مراعاتها فى التطور الحالى والمستقبلى فى عملية اختيار الموقع ، وهذا ما تعبر عنه الخصائص المذكورة سابقاً .

الشكل رقم (٣-٧) : التوسع بأسلوبى الزيادة الصغيرة و الوثبة الكبيرة



## الأسئلة :

- ١- ماذا نعنى بما يأتى مع تقديم أمثلة على ذلك :
  - تغيير الموقع الحالى لعدم ملاعته للتوسعات .
  - تغير الموقع الحالى بسبب المحددات القانونية والبيئة .
- ٢- وضع صعوبة المفاضلة فى اختيار الموقع التى تنجم عن تعدد العوامل المؤثرة على الموقع مع تقديم خمسة أمثلة على ذلك .
- ٤- وضع كيف يؤثر مقدار السعة على اختيار الموقع ؟ وكيف يستخدم مفهوم السعة الخادمة فى تحديد الإستراتيجية الملائمة فى مواجهة الطلب المتوقع ؟
- ٥- ماذا نعنى بإستراتيجية (انتظر وانظر) ، ولماذا تعتبر إستراتيجية دفاعية ؟
- ٦- يعتبر تحديد المعيار فى تقييم بدائل الموقع مرحلة أساسية فى عملية اختيار الموقع ، حدد ثلاثة معايير فى شركة موجهة للربح و ثلاثة معايير فى شركة غير موجهة للربح .
- ٧- ماذا نعنى بما يأتى فى اختيار الموقع :
  - الاعتماد على المدخلات .
  - الاعتماد على المخرجات .
  - الاعتماد على التشغيل .
  - تفضيل المالك أو المدير التنفيذى .
  - عوامل الكلفة العامة .
- ٨- فى المفاضلة بين الصنع و الشراء ، لماذا أفضلية الشراء تظهر أولاً قبل أن تظهر أفضلية الصنع ؟
- ٩- وضع مزايا وعيوب المصنع الواحد والمصانع المتعددة .
- ١٠- بين بالرسم البيانى تأثير الكلفة الثابتة على علاقة الحجم / الكلفة إذا كانت :
  - أ - عالية .
  - ب - منخفضة .
- ١١- قارن بين اختيار الموقع فى حالة مصنع ملابس جاهزة ، مصنع للأخشاب ، مستشفى عام .
- ١٢- إن الموقع فى الخارج كان يعتمد على ميزة العمل الرخيص ، ولكن التطور العام يوضح أن الموقع فى الخارج يستند إلى مفهوم التصنيع أو الإنتاج عالمى المستوى ، وضع ذلك .

١٣- ما تأثير العوامل الآتية على اختبار الموقع :

أ - محدودية المساحة الجغرافية للبلد .

ب - الإنتاج للتصدير .

ج - القدرة على المنافسة .

د - نمط الإنتاج الواسع و الإنتاج على أساس الوجبات .

١٤- ما هي الاتجاهات الحديثة في اختيار الموقع ، وما هو تأثير العوامل الآتية في هذه الاتجاهات :

أ - المنافسة . ب - المحددات القانونية . ج - الاعتبارات الدولية .

١٥- ماذا نعنى بالعوامل النوعية ؟ قدم نماذج و أمثلة عن هذه العوامل ، و ماهى أهميتها فى المفاضلة بين المواقع البديلة ؟

## التمارين :

١- ورشة لإنتاج أبواب الشبابيك يتوقع أن يكون الطلب على إنتاجها ضعف إنتاجها الحالى البالغ (٦٠٠٠) وحدة ، و للتوسع فى إنتاجها تدرس الإدارة إمكانية فتح ورشة جديدة فى موقع قريب من ورشتها الحالية لتغطية الطلب المتوقع بالكامل ، وخلال الدراسة وجدت الإدارة أن هناك عروضاً لبيع أبواب الشبابيك و بعد استكمال الدراسة توفرت البيانات الآتية :

الكلفة الثابتة عند فتح ورشة جديدة = ٦٠٠٠ دينار .

الكلفة المتغيرة للوحدة من أبواب الشبابيك عند الصنع = ١٥ ديناراً .

كلفة الوحدة من أبواب الشبابيك عند الشراء = ٢٥ ديناراً .

وكان أفضل عروض البيع المقدمة يتضمن خصم كمية مقداره (١٠٪) عند شراء كمية تتراوح بين (١٠٠٠ إلى ٣٠٠٠) و (٢٠٪) عند شراء كمية (٣٠٠٠ إلى ٥٠٠٠) ، و (٢٥٪) عند شراء كمية (٦٠٠) وحدة فاكثر . فما هو القرار الأفضل : الشراء أم الصنع ؟ ووضح ذلك بالرسم البيانى .

٢- تقوم شركة (أ ب ج) للوجبات السريعة التي تقدم خدماتها للفنادق بدراسة لإدخال خدماتها في إحدى المدن الكبيرة لأول مرة ، وحيث إن الكلفة الثابتة كانت قليلة الأهمية : فقد اهتمت بكلف التشغيل و التوزيع التي توفرت عنها البيانات الآتية في أربعة بدائل :

البدائل	كلف التشغيل الشهرية	كلف التوزيع الشهرية
مطعم واحد	١٢٥٠٠	١٩٠٠٠
مطعمان	١٧٥٠٠	١٤٥٠٠
ثلاثة مطاعم	٢١٠٠٠	١٠٠٠٠
أربعة مطاعم	٢٥٥٠٠	٧٥٠٠

المطلوب : ما هو العدد الأفضل للمصانع ؟ و ا رسم ذلك بيانياً .

٣- شركة البركة للصناعة الهندسية في خطتها افتتاح فرع جديد في المنطقة الشرقية لتغطية الطلب على مكيفات الهواء في تلك المنطقة ، والمتوقع أن يبلغ (١٢٠٠٠) وحدة في السنة ، و بعد الدراسة توفرت البيانات الآتية عن الكلف الثابتة و الكلفة المتغيرة للوحدة من المكيفات في أربعة مواقع بديلة :

المواقع البديلة	الكلفة الثابتة (دينار)	الكلفة المتغيرة للوحدة (دينار)
أ	٣٠٠٠٠٠	٢٠
ب	٢٥٠٠٠٠	١٥
ج	٢٨٠٠٠٠	٢٥
د	٢٤٠٠٠٠	٢٤

المطلوب :

أولاً : تحديد الموقع الأفضل باستخدام طريقة الحجم / الكلفة الموقعية .

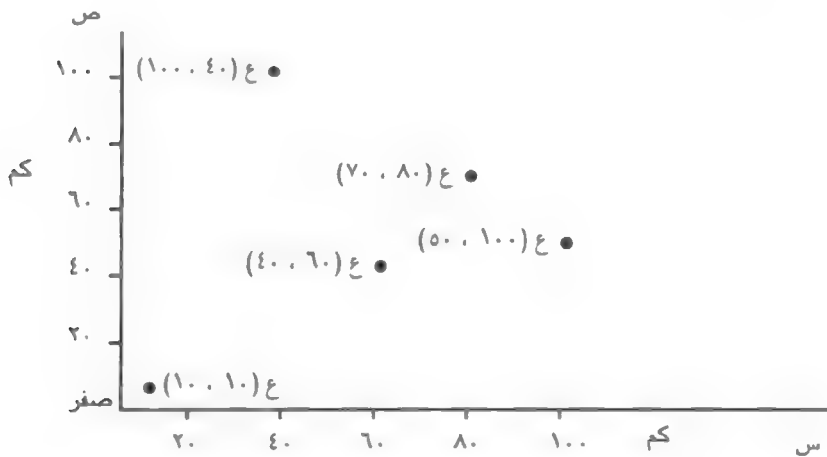
ثانياً : تحديد مناطق الأمثلية للمواقع الأربعة .

ثالثاً : إذا تغير الطلب المتوقع من (١٢) ألف وحدة إلى (١٠) آلاف وحدة ، فما هو الموقع الأفضل في الحالة الجديدة للطلب ؟

٤- شركة جديدة تقوم بعملية اختيار الموقع لمصنعها الجديد الذي من المفروض أن يغطي الطلب على منتوجها في أربعة أسواق و كان الطلب في هذه الأسواق كالآتي :

الطلب (وحدة)	الأسواق
١٥٠٠	١ع
١٢٠٠	٢ع
٩٠٠	٣ع
١٠٠٠	٤ع

و كانت مواقع الأسواق والاختيار لموقع المقترح للمصنع الجديد بإحداثي (١٠-١٠) موزعة كما في الشكل الآتي ، وكانت تكلفة نقل الوحدة/كم من المصنع إلى الأسواق (١,٥) دينار .



المطلوب :

- تحديد الموقع الأمثل باستخدام نموذج الوسيط البسيط و تكلفة النقل الكلية .
- قارن بين تكلفة النقل الكلية في الموقع المقترح و الموقع الأمثل و مقدار الاقتصاد بكمية النقل الكلية التي يحققها الموقع الأمثل .

٥- أمام شركة الهلال الصناعية دراسة حول اختيار موقع فرعها الرابع ، و تتضمن الدراسة تقديراً للكلف الكلية في ثلاثة مواقع مرشحة كالآتي :

الموقع	الكلفة الكلية السنوية
الأول	١٥٧٥٠٠
الثاني	١٥٤٨٠٠
الثالث	١٦٧٥٠٠

وقد ارتأت الإدارة اعتماداً على خبرتها الطويلة أن هناك عوامل نوعية مؤثرة لابد من أخذها في الاعتبار ، وقد تم تحديد هذه العوامل وأهميتها النسبية من خلال الوزن النسبي مع تقييم أهمية العوامل حسب توفرها في كل موقع على مقياس (صفر-٣٠٠) نقطة كما في الجدول الآتي :

العوامل النوعية	الوزن النسبي (١٠-١)	النقاط المحرزة / المواقع		
		الأول	الثاني	الثالث
العمر الاحتياطي للمواد الأولية	١٠	٢٩٥	٢٠٠	٢٦٠
قابلية التوسع في الأسواق	٨	٢٧٠	١٧٠	٢٤٠
البيئة	٧	٢٦٥	١٥٠	٢٥٠
الضرائب	٤	٢٣٠	١٣٠	١٩٠

كما حددت الإدارة قيمة نقدية مكافئة لكل نقطة محرزة هي (١٠) دنانير للنقطة .

المطلوب أ- تحديد الموقع الأفضل على أساس النقاط المحرزة .

ب- تحديد الموقع الأفضل باستخدام طريقة تحويل العوامل الكمية إلى نقاط محرزة .

ج- تحديد الموقع الأفضل إذا اعتبرت الإدارة النقاط المحرزة مزايا في الموقع

تساهم في تخفيض الكلفة الكلية المتوقعة لكل موقع ؛ إذا كانت الإدارة قد

حددت مكافئاً نقدياً مقداره (١٠) دنانير لكل نقطة محرزة .

**المراجع :**

- 1- E.E.Adam Jr. and R.J.Ebert ,Production and Operations Management ,Printice-Hall of India Private Lmd , New Delhi,1993 .
- 2- E.S.Buffa and R.K.Sarin ,Modern Production/Operations Management, John- Willy and Sons, New Yerk,1987.
- 3- J.B.Dilworth,Production and Operations Management ,McGraw-Hill, An Analytical Publishing Co. New York , 1989 .
- 4- R.L.Francis , et al.,Facility Layout and Location : Approach , Printice - Hall , Englewood Cliff ,N.J,1992. .
- 5- R.G.Gibson and P.A.Brown, A Quantitative Model for Facility Site Selection Application to Multiplant Location Problem,Technical Paper,1971 .
- 6- R.G.Schroeder,Operations Management : Decision Making in the Operations Function ,McGraw - Hill Book Co, New York , 1989 .
- 7- N.Slack et al., Operations Management , Pitman Publishing , London , 1998 .
- 8- W.J.Stevenson , Production / Operations Management , Richard D. Irwin, Chicago, 1996.
- 9- R.J.Tersine , Production and Operations Management , North Holland,1980 .





## ملحق الفصل الثالث - طريقة النقل

- ١ - المدخل
  - ٢ - طريقة النقل
  - ٣ - خطوات طريقة النقل
  - ٤ - طرق تحديد الحل الأولي
    - أولاً : طريقة الركن الشمالى الغربى
    - ثانياً : طريقة الكلفة الأقل
    - ثالثاً : طريقة فوجل التقريبية
  - ٥ - طرق اختبار الأمثلية
    - أولاً : طريقة المسار المتعرج
    - ثانياً : طريقة التوزيع المعدل
  - ٦ - تحقيق الحل الأمثل
  - ٧ - الحالات الأخرى فى طريقة النقل
  - ٨ - استخدام طريقة النقل فى اختيار الموقع
- الأسئلة  
التمارين  
المراجع



## ١ - المدخل :

إن البرمجة الخطية مجال واسع للبرمجة الرياضية ، وهى طريقة فعّالة وذات تطبيقات واسعة ومتنوعة فى الميادين المختلفة ، وحيث إن افتراضات البرمجة الخطية (مثل التأكد ، الخطية ، قابلية القسمة ، عدم السلبية ، المعاملات التكنولوجية الثابتة ، والكلف والربح لكل وحدة ثابتان ... إلخ - تمثل قيوداً تحدّ من نموذج البرمجة الخطية ؛ فإن تعديل نموذج البرمجة الخطية واستخدامه لأغراض خاصة متعددة بما يتجاوز هذه الافتراضات كان ولا يزال يحظى بالاهتمام الكبير لتطوير هذا النموذج وتكييفه حسب طبيعة وخصائص وأغراض المشكلات التى يعالجها ، فإذا كان النموذج الأساسى للبرمجة الخطية يقوم على تحديد هدف واحد (أدنى كلفة أو أعلى ربح) ولمعالجة هذا القيد ؛ فإن برمجة الأهداف تعالج الأهداف المتعددة وأسبقياتها وعواملها التفاضلية ، كما أن برمجة الأعداد الصحيحة التى تعالج قيد قابلية القسمة فى النموذج الأساسى ، والبرمجة اللاخطية تعالج قيد الخطية فيه ، وأن طريقة النقل تعالج قيد السلبية (الذى يفترض حدّاً أدنى مطلقاً صفراً أو أكبر من صفر وعدم وجود حد أعلى) فى مشكلات خاصة ، ففى مشكلة النقل هناك حدود عليا لجميع المتغيرات (كالطلب والعرض) مع تعدد مصادر التوريد (العرض) والأماكن المقصودة (الطلب) لسلعة متجانسة ؛ فإذا كان هناك ثلاثة مصانع تقوم بإنتاج المنتج نفسه ، وتورد إنتاجها لأربعة مستودعات متفرقة ، وبسبب التباعد الجغرافى المتباين بين المصانع والمستودعات ؛ فإن كلفة نقل الوحدة الواحدة من كل مصنع إلى كل مستودع تكون مختلفة ، يمكن فى مثل هذه المشكلات استخدام طريقة النقل .

إن الأصل فى طريقة النقل تعود إلى عام (١٩٤١م) عندما قدّم (هيتشكوك F.L.Hitchcock) دراسة تفصيلية عن توزيع المنتج من عدة مصادر إلى أماكن متعددة ، وفى عام (١٩٤٧م) قدم (كوبمانز F.C.Koopmans) دراسة تحمل عنوان "الاستخدام الأمثل لنظام النقل" ، وكلتا الدراستين ساهمتا فى تطوير طريقة النقل التى تمثل أداة فعالة لتخصيص وحدات المنتج من عدة مصادر إلى عدة أماكن مقصودة بأدنى كلفة كلية .

## ٢- طريقة النقل :

إن طريقة النقل تتعامل مع مشكلات خاصة ، فهذه الطريقة قابلة للتطبيق على المشكلات ذات الخصائص الآتية :-

**أولاً - المصادر (Sources) :** وجود عدد محدود من المصادر التي تقوم بالإنتاج (العرض) بكميات محدودة من المنتج أو المادة . والمصادر يمكن أن تكون مصانع ، مستودعات ، ومراكز توزيع ... إلخ .

**ثانياً - الأماكن المقصودة (Distination) :** وجود عدد محدود من الأماكن التي تخصص لها الوحدات المتاحة من المنتج أو المادة في المصادر ، وهذه الأماكن المقصودة قد تكون مستودعات ، مراكز توزيع ، أو أسواق ... إلخ .

**ثالثاً - الوحدات المتجانسة (Homogeneous Units) :** إن المنتجات أو المواد التي تخصص من جميع المصادر إلى جميع الأماكن المقصودة متماثلة من الناحية النوعية .

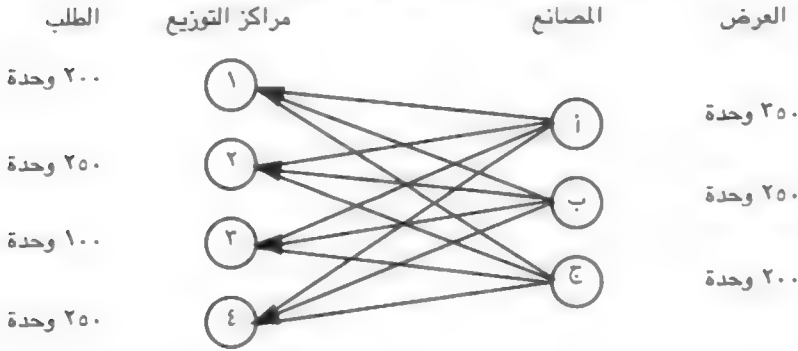
**رابعاً - الكلفة (Cost) :** إن كلفة النقل أو الشحن لكل وحدة من المنتجات أو المواد من كل مصدر إلى كل مكان مقصودة - معلومة ومحددة .

عند توفر هذه الخصائص في المشكلة يكون من الممكن استخدام طريقة النقل لتحقيق التخصيصات المطلوبة من جميع المصادر إلى جميع الأماكن المقصودة بأدنى كلفة كلية لنقل الوحدات . ومن أجل صياغة مشكلة النقل لنفرض أن لدينا ثلاثة مصانع وأربعة مراكز توزيع ، وأن طاقات (عرض) المصانع واحتياجات (طلب) مراكز التوزيع كالتالي :

المصانع	السعة (العرض)	مراكز التوزيع	الاحتياجات (الطلب)
أ	٢٥٠	١	٢٠٠ وحدة
ب	٢٥٠	٢	٢٥٠ وحدة
ج	٢٠٠	٣	١٠٠ وحدة
		٤	٢٥٠ وحدة

ويمكن تمثيل هذه المشكلة بيانياً وكما هو مبين في الشكل رقم (١) :

## الشكل رقم (١) : التمثيل البياني لمشكلة النقل



كانت كلفة نقل الوحدة من كل مصنع من المصانع الثلاثة إلى كل مركز توزيع من مراكز التوزيع الأربعة معروفة ، في هذه الحالة يمكن تنظيم وإعداد جدول النقل الذي هو الخطوة التمهيدية الأساسية في استخدام طريقة النقل ، والجدول رقم (٢) يوضح نموذجاً نمطياً لجدول النقل مع بعض الاحتياجات عن محتويات الجدول .

## الجدول رقم (٢) : جدول النقل

العرض أو سعة المصنع (أ)		كلفة نقل الوحدة من المصنع (أ) إلى مركز التوزيع (١)				الطلب	
		مراكز التوزيع					
		٤	٣	٢	١		
٢٥٠	١٠	٥	٨	٦	أ	المصانع	
٢٥٠	٨	٩	٧	٣	ب		
٢٠٠	١٤	١٥	١٢	١٣	ج		
٨٠٠	٢٥٠	١٠٠	٢٥٠	٢٠٠			

الطلب مركز التوزيع (١)      الخلية (ج - ٣) مجموع العرض = مجموع الطلب = ٨٠٠

إن مثل هذه المشكلات يمكن حلها والتوصل إلى الحل الأمثل أو التخصيص الأمثل لطاقات أو عرض المصانع على مراكز التوزيع ، بما يلى احتياجاتها أو طلبها بكلفة كلية أدنى لنقل الوحدات من المصادر إلى مراكز التوزيع .

## ٢ - خطوات طريقة النقل :

إن طريقة النقل بوصفها أداة فعالة فى معالجة وحل مشكلات خاصة تتطلب خطوات أساسية : من أجل التوصل إلى الحل الأمثل فى عملية التخصيص للعرض المتاح فى المصادر إلى الأماكن المقصودة ، وهذه الخطوات هى :

### أولاً - ضمان تساوى العرض (السعة) مع الطلب (الاحتياجات) :

هذه الخطوة تتطلب أن يكون مجموع الوحدات المتاحة من كل المصادر مساوياً لمجموع الاحتياجات فى كل الأماكن المقصودة ، ويمكن أن نلاحظ أنه إذا كان مجموع العرض من المصادر المختلفة يساوى مجموع الطلب (الاحتياجات) فى الأماكن المقصودة : فإن المشكلة تدعى مشكلة النقل المتوازنة (Balanced T.P.) ، وعند عدم تساوى العرض مع الطلب : فإنها تدعى المشكلة غير المتوازنة (Unbalanced T.P.) . إن المشكلة غير المتوازنة يمكن تحويلها إلى مشكلة متوازنة بأداة بسيطة هى إضافة مصدر وهمى فى حالة الطلب أكبر من العرض ، أو مكان مقصود وهمى لامتناس العرض الزائد فى حالة العرض أكبر من الطلب .

### ثانياً - تحديد الحل الأولي :

إن الحل الأولي هو خطة تخصيص أو خط توزيع للوحدات المتاحة فى المصادر على الأماكن المقصودة حسب احتياجاتها ، وعادة ما تكون هناك بدائل متعددة من الحلول الأولية الممكنة التى تمثل خططاً متعددة للتخصيصات الأولية . وللتوصل إلى الحل الأولي هناك عدة طرق يمكن أن تستخدم لهذا الغرض مثل : طريقة الركن الشمالى الغربى ، طريقة الكلفة الأقل ، وطريقة فوجل التقريبية ، وبعد التخصيص الأولي يتم احتساب كلفة التخصيص الكلية .

### ثالثاً - اختبار الأمثلية :

إن الحل الأولي بكلفته الكلية يتم اختباره للتأكد من أنه يمثل الحل الأمثل الذي يحقق أدنى كلفة كلية أم هناك إمكانية لخفض الكلفة الكلية من خلال حل حسن ، والاستمرار في هذه العملية بشكل تكرارى حتى الانتهاء من اختيار جميع التخصيصات المحتملة في مشكلة النقل للتوصل إلى الحل الأمثل . وهناك طريقتان مستخدمتان لاختبار الأمثلية هما : طريقة المسار المتعرج ، وطريقة التوزيع المعدل .

ونعرض فيما يأتى للطرق المستخدمة في تحديد الحل الأولي وفق اختبار الأمثلية في الفقرات الآتية .

### ٤ - طرق تحديد الحل الأولي :

إن الحل الأولي هو تخصيص ممكن يساعد كخطوة أولى في حل مشكلة النقل ، ولا بد في الحل الأولي أن يكون عدد الخلايا المشغولة التى تخصص لها وحدات من المصدر الى المكان المقصود - مساوياً لمجموع عدد الصفوف والأعمدة مطروحاً منه واحد ، أى (م + ن - ١) ، وهذا الشرط ضرورى من أجل القيام باختبار الأمثلية .

#### أولاً - طريقة الركن الشمالى الغربى :

إن طريقة الركن الشمالى الغربى من أبسط الطرق المستخدمة وأقلها كفاءة للتوصل إلى الحل الأولي ، وهى تبدأ باختيار الخلية الأولى فى أعلى جدول النقل وتخصيص أكبر عدد ممكن من الوحدات المتاحة فى المصدر للمكان المقصود المقابل للخلية الأولى ، وعند عدم استنفاد وحدات المصدر يتم أخذ الخلية الثانية فى نفس صف المصدر والاستمرار فى ذلك : حتى يتم استنفاد وحدات المصدر : ليتم النزول من الخلية التى استنفدت وحدات المصدر فى الصف الأول إلى الخلية التى تحتها فى صف المصدر الثانى لتكرار العملية ، وهكذا حتى يتم تخصيص جميع وحدات المصادر إلى الأماكن المقصودة .



لنفرض أن لدينا جدول النقل الذى يظهر فى الشكل رقم (٢) ، حيث توجد ثلاثة مصانع بسعات مختلفة وأربعة مراكز توزيع باحتياجات متباينة مع كلفة نقل الوحدة من كل مصنع إلى كل مركز توزيع ومن أجل إيجاد الحل الأولى لهذه المشكلة باستخدام طريقة الركن الشمالى الغربى : نقوم بالخطوات الآتية :

أ - تخصيص وحدات المصنع (أ) لمركز التوزيع (١) فى الخلية الأولى خلية (أ-١) حيث يتم تخصيص أكبر عدد ممكن من وحدات المصنع (أ) لتغطية احتياجات مركز التوزيع (١) ، وفى هذه الحالة نخصص (٢٠٠) وحدة من المصنع (أ) لمركز التوزيع (١) وتكتب فى الخلية (أ-١) ، وحيث إن المصنع (أ) بعد تخصيص (٢٠٠) لمركز التوزيع (١) لازالت لديه وحدات متاحة : لهذا ننتقل من نفس الصف إلى الخلية (أ-٢) ونلاحظ أن مركز التوزيع (٢) يحتاج (٢٥٠) وحدة ، فى حين أن الوحدات المتاحة المتبقية فى المصنع (أ) هى (١٥٠) : لذا نقوم بتخصيص (١٥٠) وحدة من المصنع (أ) لمركز التوزيع (٢) وتكتب هذا التخصيص فى الخلية (أ-٢) .

ب - بعد استنفاد وحدات المصنع (أ) ننتقل إلى الأسفل وإلى الخلية (ب-٢) لاستكمال احتياجات مركز التوزيع (٢) المتبقية والبالغة (١٠٠) وحدة ، والتى تخصص له من المصنع (ب) وتكتب فى الخلية (ب-٢) ، وحيث إن الوحدات المتاحة فى المصنع (ب) تبلغ (٢٥٠) : فإن المتبقى منها (١٥٠) وحدة ، ثم نتحرك أفقياً إلى العمود التالى الخاص بمركز التوزيع (٣) الذى تبلغ احتياجاته (١٠٠) وحدة ، فنخصص له من الوحدات المتاحة المتبقية فى المصنع (ب) (١٠٠) وحدة ، وتدوّن فى الخلية (ب-٣) : لتظل (٥٠) وحدة متاحة للمصنع (ب) لم تستنفد ، ونتحرك أفقياً إلى العمود الرابع الخاص بمركز التوزيع (٤) فنجد أنه يحتاج (٢٥٠) وحدة : فنخصص (٥٠) وحدة من المصنع (ب) لمركز التوزيع (٤) ، وتدوّن فى الخلية (ب-٤) : ليتم استنفاد جميع وحدات المصنع (ب) .

ج - بعد استنفاد وحدات المصنع (ب) نتحرك إلى الأسفل : لنخصص جميع وحدات المصنع (ج) والبالغة (٢٠٠) وحدة لتغطية الاحتياجات المتبقية والبالغة (٢٠٠) وحدة لمركز التوزيع (٤) بعد أن تم تخصيص (٥٠) وحدة من المصنع (ب) لهذا المركز فى الخطوة السابقة .

الجدول رقم (٣) : جدول النقل

العرض	مراكز التوزيع					
	٤	٣	٢	١		
٣٥٠	١٠	٥	٨	٦	أ	المصانع
٢٥٠	٨	٩	٧	٣	ب	
٢٠٠	١٤	١٥	١٢	١٣	ج	
٨٠٠	٢٥٠	١٠٠	٢٥٠	٢٠٠	الطلب	

بهذه الخطوة تم تخصيص جميع الوحدات المتاحة للمصانع الثلاثة للإيفاء بجميع الاحتياجات ، أو الطلب في مراكز التوزيع الأربعة باستخدام طريقة الركن الشمالي الغربي : وبهذا يتم التوصل إلى التخصيص أو الحل الأولي ، ويمكن بعدئذ احتساب كلفته الكلية . والجدول رقم (٤) يوضح الحل الأولي بهذه الطريقة .

الجدول رقم (٤) : الحل الأولي بطريقة الركن الشمالي الغربي

العرض	مراكز التوزيع					
	٤	٣	٢	١		
٣٥٠	١٠	٥	٨ ١٥٠	٦ ٢٠٠	أ	المصانع
٢٥٠	٨ ٥٠	٩ ١٠٠	٧ ١٠٠	٣	ب	
٢٠٠	١٤ ٢٠٠	١٥	١٢	١٣	ج	
٨٠٠	٢٥٠	١٠٠	٢٥٠	٢٠٠	الطلب	

إن الكلفة الكلية المترافقة مع هذا الحل الأولي يمكن احتسابها بجمع كلفة الخلايا المشغولة التي تشتمل على التخصيصات ؛ حيث إن كلفة الخلية تساوى مقدار التخصيص مضروباً في كلفة الوحدة ؛ لذا فالكلفة الكلية تكون :

الخلايا	أ - ١	أ - ٢	ب - ٢	ب - ٣	ب - ٤	ج - ٤	المجموع
الكلفة	٢٠٠ X ٦	١٥٠ X ٨	١٠٠ X ٧	١٠٠ X ٩	٥٠ X ٨	٢٠٠ X ١٤	٧٢٠٠

إن الكلفة الكلية للحل الأولى بطريقة الركن الشمالى الغربى هي (٧٢٠٠) دينار ، ويمكن أن نلاحظ أن الحل الأولى تم التوصل إليه بالاعتماد على موقع الخلايا دون أى اعتبار أو اهتمام بكلفة الخلايا المشغولة المكونة للحل الأولى ؛ لهذا فإن الحل الأولى فى أغلب الحالات لا يكون هو الأفضل ، وهذا هو العيب الأساسى فى هذه الطريقة والذي يجعل منها قليلة الأهمية .

### ثانياً - طريقة الكلفة الأقل :

إن طريقة الكلفة الأقل تعالج العيب الأساسى فى الطريقة السابقة ؛ لهذا فإنها تهتم بالكلفة فى التوصل إلى الحل الأولى ، أما خطوات الطريقة فهى :

أ - تحديد الخلية ذات الكلفة الأقل فى جدول النقل .

ب - تخصيص أكبر عدد ممكن من وحدات المصدر المتاحة ؛ للإيفاء باحتياجات المكان المخصص المقابل لتلك الخلية ذات الكلفة الأقل . وعند استنفاد الوحدات المتاحة فى المصدر يستبعد الصف ، وكذلك عند الإيفاء بكل احتياجات المكان المخصص يستبعد العمود .

ج - نواصل العملية بعد استنفاد الخلية ذات الكلفة الأقل بإيجاد الخلية اللاحقة ذات الكلفة الأقل ، ومن ثم نكرر نفس الخطوات السابقة ؛ حتى يتم استنفاد جميع الوحدات المتاحة فى المصادر (المصانع) .

ولتطبيق هذه الطريقة سنأخذ المثال السابق بالمصانع الثلاثة ومراكز التوزيع الأربعة : فنجد أن الخلية ذات الكلفة الأقل هي الخلية (ب-١) وبكلفة نقل للوحدة (٣) دنانير ، نخصص لها (٢٠٠) وحدة ؛ لأن المصنع (ب) لديه وحدات أكبر من طلب مركز التوزيع (١) الذى يحتاج (٢٠٠) وحدة فقط . وبهذا التخصيص يكون مركز التوزيع (١) قد استنفد ؛ لهذا نستبعد أو نلغى العمود (١) . بعدئذ نبحث عن الخلية اللاحقة ذات الكلفة الأقل وهي الخلية (أ-٣) وبكلفة نقل للوحدة (٥) دنانير ، ونخصص لها (١٠٠)

وحدة من المصنع (أ) : لأن مركز التوزيع (٣) يحتاج إلى (١٠٠) وحدة . وبهذا التخصيص يستنفد : فيستبعد العمود (٣) . والجدول رقم (٥) يوضح هذه التخصيصات وكيف أنها تطرح من العرض والطلب في كل مرة : حتى يتم استنفاد الطلب أو العرض ، وعادة يكون استبعاد العمود أو الصف بوضع خط عليه يشير إلى ذلك .

#### الجدول رقم (٥) : بعض التخصيصات بطريقة الكلفة الأقل

العرض	مراكز التوزيع					
	٤	٣	٢	١		
٢٥٠ ٢٥٠	١٠	٥١ ١٠٠	٨	٦	أ	المصانع
٢٥٠ ٥٠	٨	٩	٧	٢٠٠	ب	
٢٠٠	١٤	١٥	١٢	١٣	ج	
٨٠٠	٢٥٠	٠ صفر	٢٥٠	٢٠٠ صفر	الطلب	

نواصل خطوات الطريقة على الصفوف والأعمدة التي لم تستنفد : فنجد أن الخلية اللاحقة ذات الكلفة الأقل في الجدول رقم (٥) هي الخلية (ب-٢) بكلفة نقل الوحدة (٧) دنانير : فنخصص لها (٥٠) وحدة متبقية من الوحدات المتاحة في المصنع (ب) ، وبهذا التخصيص يستنفذ المصنع (ب) : فيستبعد الصف (ب) وفي نفس الوقت يكون المتبقى من طلب مركز التوزيع (٢) هو (٢٠٠) وحدة . والخلية اللاحقة ذات الكلفة الأقل هي (أ-٢) بكلفة (٨) دنانير : فيتم تخصيص (٢٠٠) وحدة بما يلبي جميع الطلب المتبقى بمركز التوزيع (٢) فيستنفد طلبه وبالتالي يستبعد العمود (٢) . ويظل التخصيص اللاحق اختيارياً (٥٠) وحدة من المصنع (أ) إلى الخلية (أ-٤) ، و (٢٠٠) وحدة من المصنع (ج) إلى الخلية (ج-٤) للإيفاء بكل الطلب في مركز التوزيع (٤) . الجدول رقم (٦) يوضح هذه التخصيصات والحل الأولي وفق هذه الطريقة .

الجدول رقم (٦) : الحل الأولى بطريقة الكلفة الأقل

العرض		مراكز التوزيع					
		٤	٣	٢	١		
١٠٠٪ صفر	٢٠٠٪ صفر	١٠٠ ٥٠	٩٠ ١٠٠	٨٠ ٢٠٠	٦٠ ٢٠٠	أ	المصانع
١٠٠٪ صفر	٢٠٠٪ صفر	٨٠ ٥٠	٩٠ ٥٠	٧٠ ٥٠	٦٠ ٢٠٠	ب	
١٠٠٪ صفر	٢٠٠٪ صفر	٧٤ ٥٠	١٦ ٥٠	٧٢ ٥٠	١٦ ٥٠	ج	
٨٠٠		٢٠٠٪ صفر	١٠٠٪ صفر	٢٠٠٪ صفر	٢٠٠٪ صفر	الطلب	

يلاحظ أن الحل الأولى بهذه الطريقة يختلف عن الحل الأولى بطريقة الركن الشمالي الغربي ؛ لأن هذه الطريقة تأخذ في الاعتبار كلفة الوحدة في عملية التخصيص . إن الكلفة الكلية المترافقة مع الحل الأولى بهذه الطريقة هي :

الخلايا	٢ - أ	٣ - أ	٤ - أ	ب - ١	ب - ٢	ج - ٤	المجموع
الكلفة	٢٠٠ × ٨	١٠٠ × ٥	٥٠ × ١٠	٢٠٠ × ٣	٥٠ × ٧	٢٠٠ × ١٤	٢٠٠ × ٨

بمقارنة الكلفة الكلية بهذه الطريقة (٦٣٥٠) ديناراً مع الكلفة الكلية بطريقة الركن الشمالي الغربي وهي (٧٢٠٠) دينار - نجدها هي الأقل ؛ لهذا فإن هذه الطريقة بقدر ما تتجاوز العيب الأساسي بالطريقة السابقة ؛ فإنها تحقق الحل الأفضل .

### ثالثاً - طريقة فوجل التقريبية :

إن طريقة فوجل التقريبية (Vogel's Approximation Method) ومختصرها (VAM) تقدم الحل الأولى الأفضل بالمقارنة مع طريقة الركن الشمالي الغربي ، وفي بعض الأحيان يكون الأفضل بالمقارنة مع طريقة الكلفة الأقل . وفي حالات معينة يكون الحل الأولى بطريقة فوجل هو الحل الأمثل . إن طريقة فوجل تقوم بالتخصيص من خلال خفض الجزاء أو الأسف أو الفرصة البديلة الضائعة إلى الحد الأدنى التي تحدث عند اختيار الخلية الخاطئة في التخصيص ؛ لهذا فإنها تدعى بطريقة الفرصة البديلة الضائعة ، وخطوات الطريقة كالاتي :

- أ - احتساب كلفة الجزاء لكل صف أو عمود ، وتحسب كلفة الجزاء بتحديد الكلفة الأقل في كل صف ، ومن ثم طرحها من الكلفة الأقل اللاحقة في الصف : أى ايجاد الفرق بين أدنى كلفتين في كل صف ، ومن ثم الفرق بين أدنى كلفتين في كل عمود .
- ب - اختيار الصف أو العمود الذى يكون فيه أكبر جزاء ، أى أكبر فرق (فى حالة وجود هذا الفرق فى أكثر من صف وعمود يتم اختيار الصف أو العمود اختيارياً) . بعدئذ يتم تخصيص أكبر ما يمكن للخلية ذات الكلفة الأدنى فى الصف أو العمود المؤشر (أى ذى الفرق الأكبر) ، وبهذا التخصيص يتم تجنب الجزاء أو الكلفة البديلة الضائعة : (لأن اختيار أى خلية أخرى فى الصف أو العمود سيعنى تحمل كلفة بديلة ضائعة بمقدار الفرق عن الخلية ذات الكلفة الأدنى) .
- ج - تعديل العرض والطلب : لكى يعكس التخصيصات المتحققة ، وعند استنفاد أى صف أو عمود يتم استبعاده .
- د - تكرار الخطوات السابقة من جديد بالنسبة للعرض والطلب (أو الصفوف والأعمدة) اللذين لم يستنفدا : حتى يتم استخدام كل العرض للإيفاء بكل الطلب : ليتحقق الحل الأولى بهذه الطريقة .

من أجل تطبيق طريقة فوجل : سنأخذ المثال السابق بالمصانع الثلاثة ومراكز التوزيع الأربعة ، والجدول رقم (٧) يمثل جدول النقل والخطوة الأولى حسب طريقة فوجل .

الجدول رقم (٧) : طريقة فوجل : احتساب الفروق

الفروق	العرض	مراكز التوزيع					
		٤	٣	٢	١		
١	٣٥٠	١٠	٥	٨	٦	أ	المصانع
+٤	٢٥٠	٨	٩	٧	٣	ب	
١	٢٠٠	١٤	١٥	١٢	١٣	ج	
	٨٠٠	٢٥٠	١٠٠	٢٥٠	٢٠٠	الطلب	
		٢	+٤	١	٣	الفروق	

يلاحظ أن أكبر فرق يوجد في الصف (ب) وفي العمود (٣) كما هو مؤشر بعلامة (+) : لذا نقوم بكسر التعادل بشكل اختياري ، وفي مثالنا فمن الأفضل البحث عن الكلفة الأدنى في الصف (ب) والعمود (٣) من أجل اختيار الخلية الأفضل ، وفي هذه الحالة نختار الخلية ذات الكلفة الأدنى (ب-١) ، ونبدأ بالتخصيص لها أي (٢٠٠) وحدة من المصنع (ب) الى مركز التوزيع (١) . وحيث إن مركز التوزيع قد استنفد بالكامل : لذا فإنه يستبعد المصنع (ب) فيظل لديه (٥٠) وحدة فقط .

نكرر العملية باحتساب جديد للفروق في الصفوف فقط : لأن إلغاء العمود (١) لا يؤثر على فروق الأعمدة الأخرى ، وإنما فقط على فروق الصفوف . إن الجدول رقم (٨) يوضح الجدول الجديد المخفض بعد استبعاد العمود (١) واحتساب الفروق من جديد . يلاحظ من الجدول رقم (٨) أن أكبر فرق هو عند العمود (٣) : لذا نختار الخلية ذات الكلفة الأدنى في هذا العمود وهي الخلية (٣-أ) : فيتم تخصيص (١٠٠) وحدة من المصنع (أ) الى مركز التوزيع (٣) . بهذا التخصيص يستنفد مركز التوزيع (٣) : فيتم استبعاد العمود (٣) ، ويطرح نفس المقدار من الوحدات المتاحة للمصنع (أ) .

الجدول رقم (٨) : استبعاد العمود (١)

الفروق	العرض	مراكز التوزيع				
		٤	٣	٢		
١	٣٥٠	١٠	٥	٨	أ	المصانع
			١٠٠		ب	
+٤	٢٥٠	٨	٩	٧	ج	
١	٢٠٠	١٤	١٥	١٢		
		٢٥٠	١٠٠	٢٥٠	الطلب	
		٢	+٤	١	الفروق	

إن استبعاد العمود (٣) يستلزم من جديد احتساب الفروق بالنسبة للصفوف في حين تظل فروق العمودين الباقيين بدون تغيير ، والجدول رقم (٩) يوضح أن أكبر الفروق هو (٢) ، ويتعادل في الصف (أ) والصف (ج) والعمود (٤) ، نكسر التعادل بشكل اختياري : وذلك بتخصيص (٢٠٠) وحدة من المصنع (ج) إلى مركز التوزيع (٤) ، والمتبقى من طلب مركز التوزيع (٤) يلبي بدلالة أكبر فرق من المصنع (أ) ، وبعد ذلك يتم التخصيص حتمياً (٢٠٠) وحدة من المصنع (أ) إلى مركز التوزيع (٢) و(٥٠) وحدة من المصنع (ب) إلى مركز التوزيع (٢) .

إن التخصيصات كلها بهذه الطريقة تظهر في الجدول رقم (١٠) ، كما تظهر الفروق في خطوات الحل المتعددة وصولاً إلى الحل الأولي .

الجدول رقم (٩) : استبعاد العمود (٣)

مراكز التوزيع	مراكز التوزيع		العرض	الفروق
	٤	٢		
المصانع	١٠	٨	٢٥٠	٢
	٥٠	٢٠٠		
	٨	٧	٥٠	١
ج	١٤	١٢	٢٠٠	٢
	٢٠٠			
	٢٥٠	٢٥٠		
الطلب	٢	١		
الفروق				



الجدول رقم (١٠) : الحل الأولي بطريقة فوجل

مراكز التوزيع	مراكز التوزيع				الفرق	الفرق	الفرق	الفرق
	١	٢	٣	٤				
المصانع	أ	٦	٨	٥	١٠	٢	١	٣٥٠
	ب	٢	٧	٩	٨	١	١	٢٥٠
	ج	١٣	١٢	١٥	١٤	٢	٢	٢٠٠
الطلب					٢٠٠	٢٥٠	١٠٠	٨٠٠
الفرق					٣	١	٤	٢
الفرق					-	١	٤	٢
الفرق					-	١	-	٢

نلاحظ أن الحل الأولي بطريقة فوجل هو نفسه الحل الأولي بطريقة الكلفة الأقل ،  
وأن الكلفة الكلية إذن هي (٦٣٥٠) ، أي أن :

$$\text{الكلفة الكلية} = ٢٠٠ \times ١٤ + ٥٠ \times ٧ + ٢٠٠ \times ٣ + ٥٠ \times ١٠ + ١٠٠ \times ٥ + ٢٠٠ \times ٨ = ٦٣٥٠ \text{ ديناراً} .$$

والسؤال الذي يطرح نفسه هو : هل هذا الحل الأولي بطريقة فوجل (وكذلك بطريقة الكلفة الأقل) هو الحل الأمثل الذي يحقق أدنى كلفة كلية ولا تحسينات لاحقة عليه - يمكن أن تخفض كلفته إلى ما دون ذلك ؟ والإجابة عن ذلك تتطلب خطوة أساسية أخرى من خطوات طريقة النقل هي اختبار الأمثلية كعملية ضرورية : للتأكد من أنه ليس هناك تحسينات لاحقة يمكن أن تؤدي إلى حل جديد يلتزم بالقيود ، ويؤدي في الوقت نفسه إلى أدنى كلفة كلية .

## ه - طرق اختبار الأمثلية :

إن اختبار الأمثلية هو عملية التأكد من أن الحل الممكن الأولي الذي تم التوصل إليه بأية طريقة هو الحل الأمثل أم لا . ويمكن القيام باختبار الأمثلية للحل الممكن الأولي الذي يتوفر فيه ما يأتي :

**أولاً :** إن عدد التخصيصات أو الخلايا المشغولة التي تم تخصيص الوحدات المتاحة لها من المصادر إلى الأماكن المقصودة يجب أن يكون مساوياً لـ  $(م+ن-١)$  ، حيث (م) تمثل عدد الصفوف ، و(ن) تمثل عدد الأعمدة في جدول النقل . وفي مثالنا السابق لدينا  $م = ٣$  (ثلاثة مصانع) ،  $ن = ٤$  (مراكز توزيع) : لهذا فإن عدد التخصيصات الضرورية لاختبار الأمثلية هو  $(٣+٤-١=٦)$  . وفي الحل الأولي الذي تم التوصل إليه بطريقة الكلفة الأقل وطريقة فوجل يتضمن (٦) خلايا مشغولة بالتخصيصات : لهذا فإن هذا الشرط متحقق في الحل الممكن الأولي في هذا المثال .

**ثانياً :** إن تخصيصات  $(م+ن-١)$  يجب أن تكون في مواقع مستقلة ، أي أنه من غير الممكن تخفيض أو زيادة أي تخصيص بدون تغيير موقع التخصيصات ، أو انتهاك قيد الصف أو العمود . وفي مثالنا السابق في الجدول رقم (١٠) فإن زيادة تخصيص الخلية (أ-٢) من (٢٠٠) وحدة إلى (٢٢٠) وحدة يتطلب خفض تخصيص الخلية (أ-٣) من (١٠٠) وحدة إلى (٨٠) وحدة : من أجل تجنب انتهاك قيد الصف (أ) .

إن اختبار الأمثلية يستلزم تحليل وتقييم كل خلية غير مستخدمة : للتأكد من أنها يمكن أن تؤدي عند إدخالها في الحل إلى خفض الكلفة الكلية أم لا . ومن الواضح أن استخدام خلية فارغة غير مستخدمة يمكن أن يؤدي إلى زيادة الكلفة الكلية : وهذا يعني أنه لا تحسين في الحل الممكن الأولي ، أو أن يؤدي إلى بقاء الكلفة على حالها ، وهذا يعني أن هناك حلاً ممكناً آخر يمكن استخدامه ، أو أن يؤدي إلى خفض الكلفة الكلية ، وهذا يعني أن تطوير الحل الممكن وارد . وهناك طريقتان لاختبار الأمثلية وهما : طريقة المسار المتعرج ، وطريقة التوزيع المعدل .

## أولاً - طريقة المسار المتعرج :

إن طريقة المسار المتعرج تقوم على أن جدول الحل الممكن الأولي يتكون من الخلايا المشغولة وهي بمثابة خلايا الصخور والخلايا الفارغة غير المستخدمة هي خلايا المياه . والأصل في تسمية الطريقة هو تشبيه جدول النقل مع الحل الأولي ببركة ضحلة ، وأن اختبار الأمثلية هو عملية العبور للبركة من خلال الخطوط من صخرة لأخرى ، والطريقة تقوم على اختبار وتقييم كل خلية فارغة باستخدام مسار يبدأ بالخلية الفارغة وينتهي بها مع إجراء تغييرات في الخلايا التي يمر بها لتعكس عملية التقييم . ومن أجل إيضاح هذه الطريقة : سنأخذ المثال السابق ، والحل الممكن الأولي الذي تم التوصل إليه في الجدول رقم (١٠) ، مع ملاحظة أن هذه الطريقة يمكن أن تطبق على الحل الممكن الأولي الذي يتم التوصل إليه بطريقة الركن الشمالي الغربي أيضاً .

إن رسم المسار يبدأ بتحديد الخلية الفارغة المراد تقييمها وإعطائها علامة (+) التي تشير إلى تخصيص وحدة واحدة من العرض ، والتحرك أفقياً أو عمودياً إلى خلية مشغولة تسمح بالتحرك منها إلى خلية مشغولة أخرى ، ووضع علامة (-) على هذه الخلية المشغولة ، والعلامة تعني خفض تخصيص هذه الخلية بمقدار وحدة واحدة ، ومن ثم التحرك باتجاه آخر إلى خلية مشغولة أخرى تسمح بالحركة إلى خلية مشغولة ثالثة في حركة لاحقة مع وضع علامة (+) في الخلية ، والاستمرار بالتحرك إلى خلية مشغولة أخرى وإعطائها علامة (-) مع مراعاة أن يسهل هذا التحرك إغلاق المسار . ومن الأفضل وضع علامة دالة على كل خلية يتم تقييمها ، وأن عملية تقييم الخلايا الفارغة يكون من خلال جمع الكلف ذات علامة (+) والكلف ذات علامة (-) فإذا كان :

- ناتج علامات (+) > ناتج علامات (-) ، أي الفرق موجب ، إذن لاتحسين في الحل .
- ناتج علامات (+) = ناتج علامات (-) ، أي الفرق صفر ، إذن هناك حل بديل آخر .
- ناتج علامات (+) < ناتج علامات (-) ، أي الفرق سالب إذن هناك تحسين في الحل .

\* تقييم الخلية الفارغة (أ-١) : يتم تقييم هذه الخلية الفارغة في الجدول رقم (١٠) بإعطاء علامة (+) لهذه الخلية ، وتحريك المسار إلى الخلية (أ-٢) وإعطائها علامة (-) ، وتغيير الاتجاه إلى الأسفل إلى الخلية (ب-٢) وإعطائها علامة (+) والتحرك إلى الخلية (ب-١) وإعطائها علامة (-) وإغلاق المسار بالعودة إلى الخلية (أ-١) .  
والجدول رقم (١١) يوضح رسم المسار وحساب التقييم .

الجدول رقم (١١) : تقييم الخلية (أ-١)

		مراكز التوزيع						
-	+	العرق	٤	٣	٢	١		
٨	٦	٣٥٠	١٠	٥	٨	٦	أ	المصانع
٣	٧	٢٥٠	٨	٩	٧	٣	ب	
١١	١٣	٢٠٠	١٤	١٥	١٢	١٣	ج	
٢=١١-١٣		٨٠٠	٢٥٠	١٠٠	٢٥٠	٢٠٠	الطلب	

الفرق موجب

\* تقييم الخلية الفارغة (ب-٣) : نقوم أولاً بإعطاء علامة (+) للخلية (ب-٣) ، والتحرك أفقياً إلى اليمين ، حيث الخلية (ب-١) وتعطى علامة (-) ، وتغيير الاتجاه إلى الأعلى إلى الخلية (أ-٢) وتعطى علامة (+) ، والتحرك أفقياً إلى اليسار ، حيث الخلية (أ-٣) وتعطى علامة (-) ، ثم يفلق المسار عند الخلية (ب-٣) ، ثم نحسب كلفة الوحدة في الخلايا ذات العلامة (+) و(-) كما في الجدول رقم (١٢) .

الجدول رقم (١٢) : تقييم الخلية (ب-٣)

		مراكز التوزيع					
-	+	٤	٣	٢	١		
٥	٩	٣٥٠	١٠٠	٥٠	٨٠	٦٠	ا
٧	٨	٢٥٠	٨٠	٩٠	٧٠	٣٠	ب
١٢	١٧	٢٠٠	١٤٠	١٥٠	١٢٠	١٣٠	ج
٥=١٢-١٧ الفرق موجب		٨٠٠	٢٥٠	١٠٠	٢٥٠	٢٠٠	الطلب

يلاحظ من تقييم الخلية (ب-٤) في الجدول رقم (١٢) أن ناتج علامات (+) ، ناتج علامات (-) ، وهذا يعنى كما أشرنا أن هناك فرصة لتحسين الحل عند أخذ الخلية (ب-٤) بالاعتبار بعملية الحل ، وأن الفرق بين الناتجين (١٧-١٦=١) يشير إلى الكلفة المقتصدة بها لكل وحدة تخصص إلى الخلية (ب-٤) مع مراعاة التغييرات الأخرى ؛ من أجل الالتزام بالقيود (سوف نوضح كيفية معالجة وتحقيق ذلك بعد الانتهاء من اختبار الأمثلية) .

\* تقييم الخلية الفارغة (ج - ١) : إن رسم المسار في تقييم هذه الخلية غير ممكن بنفس الشاكلة للمسارات التى تم تقييم الخلايا السابقة : لأن موقع الخلية لا يتيح تكوين مسار رباعى : لهذا نلجأ إلى مسارٍ أطول يمر بخلايا إضافية وهى كالآتى : البدء بالخلية (ج - ١) وإعطاؤها علامة (+) والتحرك إلى الأعلى حيث الخلية (ب-١) وإعطاؤها علامة (-) ، والتحرك أفقياً إلى الخلية (ب-٢) وإعطاؤها علامة (+) ، ثم التحرك إلى الأعلى حيث الخلية (أ-٢) وإعطاؤها علامة (-) ، بعدها التحرك أفقياً إلى الخلية (أ-٤) وإعطاؤها علامة (+) ، والتحرك إلى الأسفل إلى الخلية (ج - ٤) وإعطاؤها علامة (-) ، ثم العودة إلى الخلية (ج - ١) وإغلاق المسار ، يلاحظ أن المسار قد مر بست خلايا : واحدة فارغة وخمس خلايا غير مشغولة ، وأن ثلاثاً من الخلايا أخذت علامة (+) : وثلاثاً أخذت علامة (-) ، وبهذه الطريقة فى رسم المسار يمكن القيام بالتعديل بالتخصيصات المطلوبة دون الإخلال بالقيود : إذا ما أظهرت هذه الخلية (ج - ١) فرصة لتحسين الحل . والجدول رقم (١٤) يوضح رسم المسار وتقييم هذه الخلية .

## تقييم الخلية (ج-١)

## الجدول رقم (١٤) : تقييم الخلية (ج-١)

		مراكز التوزيع					
-	+	٤	٣	٢	١		
٣	١٢	٣٥٠	١٠	٥	٨	٦	أ
		٥٠	١٠٠	٢٠٠			
٨	٧	٢٥٠	٨	٩	٧	٣	ب
				٥٠	٢٠٠		
١٤	١٠	٢٠٠	١٤	١٥	١٢	١٣	ج
٢٥	٣٠	٢٠٠	٢٠٠				
الفرق ٥=٢٥-٢٠		٨٠٠	٢٥٠	١٠٠	٢٥٠	٢٠٠	الطلب

\* تقييم الخلية الفارغة (ج-٣) : البدء من هذه الخلية بإعطائها علامة (+) ، والتحرك إلى الأعلى إلى الخلية (أ-٣) وإعطائها علامة (-) ، والتحرك أفقياً إلى الخلية (أ-٤) وإعطائها علامة (+) والتحرك إلى الأسفل إلى الخلية (ج-٤) ، وإعطائها علامة (-) وإغلاق المسار كما هو مبين فى الجدول رقم (١٦) .

الجدول رقم (١٦) : تقييم الخلية (ج-٣) تقييم الخلية (ج-٣)

+	-	مراكز التوزيع					المصانع	الطلب
		٤	٣	٢	١	٥		
١٥	٥	١٠ ٢٥٠	٥ ١٠٠	٨ ٢٠٠	٦	٢٠٠	أ	
١٠	١٤	٨ ٢٥٠	٩	٧ ٥٠	٢	٢٠٠	ب	
٢٥	١٩	١٤ ٢٠٠	١٥	١٢	١٣	٢٠٠	ج	
		٨٠٠	٢٥٠	١٠٠	٢٥٠	٢٠٠		

$$٦ = ١٩ - ٢٥$$

الفرق موجب  
لا تحسين فى الحل .

لقد تم تقييم (٦) خلايا فارغة غير مشغولة ، وكانت نتائج التقييم كما هى مبينة فى الجدول التالى : حيث يلاحظ أن هناك (٤) خلايا ناتج علامات (+) أكبر من ناتج علامات (-) أى الفرق موجب : مما يشير إلى أن تخصيص وحدات لهذه الخلايا سوف يزيد الكلفة الكلية ، ولايخفها مقارنة بالحل الممكن الأولى ، وأن خلية واحدة كان ناتج علامات (+) مساوياً لناتج علامات (-) أى الفرق صفر : مما يعنى أن هناك حلاً بديلاً آخر بنفس الكلفة الكلية للحل الممكن الأولى الذى يجرى اختبار أمثليته . كما أن هناك خلية واحدة هى (ب-٤) فيها ناتج علامات (+) أصغر من ناتج علامات (-) أى الفرق سالب : مما يعنى أن الحل الأولى ليس هو الأمثل ، وأن كلفته الكلية ليست هى الأدنى ، وأن الحل الأمثل يكون بتخصيص وحدات للخلية (ب-٤) ، وهذا سيؤدى إلى خفض الكلفة الكلية ، وهذا ما سنوضحه فيما بعد ، والجدول رقم (١٧) يلخص نتائج تقييم الخلايا الفارغة .



## الجدول رقم (١٧) : ملخص تقييم الخلايا الفارغة

الخلايا	التقييم	التفسير
أ - ١	١٣ - ١١ = ٢ الفرق موجب	لا تحسين في الحل
ب - ٣	١٧ - ١٢ = ٥ الفرق موجب	لا تحسين في الحل
ب - ٤	١٦ - ١٧ = -١ الفرق سالب	هناك تحسين في الحل
ج - ١	٢٠ - ٢٥ = -٥ الفرق موجب	لا تحسين في الحل
ج - ٢	٢٢ - ٢٢ = ٠ الفرق صفر	هناك حل بديل آخر
ج - ٢	٢٥ - ١٩ = ٦ الفرق موجب	لا تحسين في الحل

## ثانياً - طريقة التوزيع المعدل :

إن طريقة المسار المتعرج رغم قدرتها في اختبار الأمثلية إلا أنها تتسم بالتكرار وإعادة تقييم الخلايا الفارغة واحدة بعد الأخرى ، وتتطلب رسم المسارات المتكررة ؛ مما يجعلها مملة ومرهقة إلى حد ما ، وخلاف ذلك طريقة التوزيع المعدل (Modified Distribution Method) ومختصرها (MODI) ، وهي طريقة تتجنب رسم المسارات ، ومع ذلك فإن تقييم الخلايا الفارغة يؤدي إلى نفس نتائج طريقة المسار المتعرج .

وتعتمد طريقة التوزيع المعدل على الأرقام القياسية للصفوف والأعمدة على افتراض منطقي ، هو أن تكون هناك في كل صف أو عمود على الأقل خلية مشغولة واحدة ؛ لأنها ضرورية لاحتساب الأرقام القياسية لكل صف أو عمود . أما خطوات الطريقة فهي :

الخطوة الأولى : التوصل إلى الحل الأولى بوحدة من الطرق المستخدمة لهذا الغرض (طريقة الركن الشمالي الغربي أو الكلفة الأقل أو طريقة فوجل) مع مراعاة شرط عدد التخصيصات (م+ن-١) في هذا الحل .

الخطوة الثانية : احتساب الرقم القياسي لكل صف أو عمود ؛ وذلك بالاعتماد على الخلايا المشغولة فقط من خلال ما يأتي :

أ - افترض أن الرقم القياسي للصف الأول في جدول الحل الأول هو صفر .  
 ب - احتساب الرقم القياسي للعمود الخاص بكل خلية مشغولة في الصف الأول وفق الصيغة :

الرقم القياسي للعمود = كلفة الخلية - الرقم القياسي للصف .

فمثلاً إذا كانت كلفة الخلية المشغولة الأولى في الصف الأول هي (٦) فإن :

$$\text{الرقم القياسي للعمود الأول} = ٦ - \text{صفر} = ٦$$

ج - استخدام الأرقام القياسية لكل عمود (وأيضاً لكل صف) التي تم التوصل إليها لاحتساب الأرقام القياسية للصفوف والأعمدة المتبقية : وبهذه الخطوة نتوصل إلى الأرقام القياسية للأعمدة والصفوف . كلها بالاعتماد على الخلايا المشغولة فقط .

الخطوة الثالثة : تقييم الخلايا الفارغة باستخدام الصيغة :

تقييم الخلية = كلفة الخلية - (الرقم القياسي للصف + الرقم القياسي للعمود) .

وبنفس قاعدة التقييم ، فإن ناتج تقييم الخلية إذا كان موجباً : فهذا يعني لا تحسين في الحل ، أما إذا كان صفراً فهذا يعني وجود حل بديل آخر ، أما إذا كان الناتج سالباً : فهذا يعني أن هناك تحسناً ممكناً في الحل ، ولتطبيق طريقة التوزيع المعدل على مثالنا السابق نرى المصانع الثلاثة ومراكز التوزيع الأربعة : فإننا سنأخذ الحل الأول الذي تحقق بطريقة الكلفة الأدنى (وهو نفسه الذي تحقق بطريقة فوجل) كما يظهر في الجدول رقم (١٠) .

والخطوة الثانية هي افتراض أن الرقم القياسي للصف الأول هو (صفر) ، وحيث إنه في هذا الصف هناك ثلاث خلايا مشغولة يمكن بواسطتها احتساب الأرقام القياسية لثلاثة أعمدة هي (٢) و(٣) و(٤) باستخدام الصيغة (الرقم القياسي = كلفة الخلية - الرقم القياسي للصف) ، إذن :

$$\text{الرقم القياسي للعمود (٢)} = ٨ - \text{صفر} = ٨$$

$$\text{الرقم القياسي للعمود (٣)} = ٥ - \text{صفر} = ٥$$

$$\text{الرقم القياسي للعمود (٤)} = ١٠ - \text{صفر} = ١٠$$

نقوم بكتابة الرقم القياسي لكل عمود ولكل صف في موقع مناسب يشير للصف أو العمود الذي يمثلته ، أما احتساب الرقم القياسي للصف (ب) فيكون بالاعتماد على الخلية المشغولة في الصف وهي (ب-٢) وكلفتها (٧) ، والرقم القياسي للعمود (٢) وقيمته (٨) إذن :

$$\text{الرقم القياسي للصف (ب)} = ٨ - ٧ = ١ -$$

وبالتوصل إلى الرقم القياسي للصف (ب) يمكن احتساب الرقم القياسي للعمود (١) : حيث كلفة الخلية المشغولة في العمود هي (ب-١) وكلفتها (٢) ، والرقم القياسي للصف (ب) هو (١-) إذن :

$$\text{الرقم القياسي للعمود (١)} = ٣ - (١-) = ٤$$

لم يبقَ لدينا إلا الرقم القياسي للصف (ج) والخلية المشغولة فيه هي (ج-٤) وكلفتها (١٤) ، والرقم القياسي للعمود (٤) هو (١٠) إذن :

$$\text{الرقم القياسي للصف (ج)} = ١٤ - ١٠ = ٤$$

والجدول رقم (١٨) يوضح الحل الأولي والأرقام القياسية للصفوف والأعمدة ، حيث تمت كتابتها بين قوسين في مجال الصف أو العمود الخاص به .

الجدول رقم (١٨) : احتساب الأرقام القياسية للأعمدة والصفوف

العرض	مراكز التوزيع					
	٤ (١٠)	٣ (٥)	٢ (٨)	١ (٤)		
٣٥٠	١٠ ٥٠	٥ ١٠٠	٨ ٢٠٠	٦ ٢٠٠	صفر أ	المصانع
٢٥٠	٨ ٢٠٠	٩ ٢٠٠	٧ ٥٠	٣ ٢٠٠	(١-) ب	
٢٠٠	١٤ ٢٠٠	١٥ ٢٠٠	١٢ ٢٠٠	١٢ ٢٠٠	(٤) ج	
٨٠٠	٢٥٠	١٠٠	٢٥٠	٢٠٠	الطلب	

والخطوة الثالثة هي تقييم الخلايا الفارغة في جدول الحل الممكن الأولي وفق الصيغة المشار إليها سابقاً ، والجدول رقم (١٩) يوضح التقييم وتفسير دلالاته . وكما يلاحظ من هذا الجدول فإن طريقة التوزيع المعدل قد أدت إلى نفس النتائج التي تم التوصل إليها بطريقة المسار المتعرج .

الجدول رقم (١٩) : تقييم الخلايا الفارغة

الخلايا	التقييم	التفسير
أ - ١	$٦ - (٤ + ٤) = ٢$	لا تحسين في الحل
ب - ٣	$٩ - [(١-) - ٥] = ٥$	لا تحسين في الحل
ب - ٤	$٨ - [(٤-) - ٥] = ١٠$	هناك تحسين في الحل
ج - ١	$١٣ - (٤ + ٤) = ٥$	لا تحسين في الحل
ج - ٢	$١٢ - (٨ + ٤) = \text{صفر}$	هناك حل بديل آخر
ج - ٣	$١٥ - (٥ + ٤) = ٦$	لا تحسين في الحل

## ٦ - تحقيق الحل الأمثل :

إن اختبار الأمثلية عملية ضرورية : للتأكد من أن الحل الممكن الأولي هو الحل الأمثل ، وعند التوصل إلى استنتاج أن الحل الأولي ليس هو الحل الأمثل كما في المثال السابق : حيث ظهر من اختبار الأمثلية تحسين ممكن في الحل : لهذا يكون من الضروري التوصل إلى الحل الأمثل .

وإذا ماعدنا إلى تقييم الخلايا الفارغة كما في جدول رقم (١٩) نجد أن تقييم الخلية (ب-٤) كان ذا قيمة سالبة هي (١-) ، وهذه القيمة تعني أن تخصيص وحدة واحدة لهذه الخلية : سيؤدي إلى خفض الكلفة الكلية بمقدار دينار واحد : لهذا فمن الضروري تخصيص أكبر عدد ممكن من الوحدات لهذه الخلية شريطة عدم الإخلال بالقيود الخاصة بالعرض والطلب ، ومن أجل القيام بذلك : فلا بد من النظر في مسار تقييم تلك الخلية الذي يظهر في الجدول رقم (١٣) والذي يمكن التعبير عنه في الجدول المصغر الآتي :

مراكز التوزيع			
٤	٢		
١٠	٢٠٠	أ	المصانع
٥٠	٧	ب	

Diagram showing flow between distribution centers (4 and 2) and factories (A and B). Arrows indicate flow direction and signs (+/-) indicate flow type.

إن إعادة التخصيص للتوصل للحل الأمثل يكون بتحديد الكميات الموجودة في الخلايا التي لها علامة (-) في مسار التقييم ؛ حيث نجد هناك (٥٠) وحدة في الخلية (ب-٢) ، و(٥٠) وحدة في الخلية (أ-٤) ؛ ولأن الكمية متساوية ؛ لهذا يمكن طرح (٥٦) وحدة من كل منهما ، وإضافتها للخلايا التي لها علامة (+) ؛ ليكون عدد الوحدات المخصصة للخلية (أ-٢) هو (٢٥٠) وحدة (٢٥٠+٥٠) ، وعدد الوحدات المخصصة للخلية (ب-٤) هو (٥٠) وحدة ، وكما يظهر في الجدول المصغر الآتي :

مراكز التوزيع			
٤	٢		
١٠	٨	أ	المصانع
	٢٥٠	ب	

Diagram showing flow between distribution centers (4 and 2) and factories (A and B). Arrows indicate flow direction and signs (+/-) indicate flow type.

وبهذا التخصيص تم الالتزام بالقيود ؛ لأن المسار يحافظ على التوازن في التخصيص . سواء على مستوى الصفوف (المصانع) أو على مستوى الأعمدة (مراكز التوزيع) ؛ وهذا ما يظهر في الجدول رقم (٢٠) الذي يمثل الحل المعدل (الأمثل) .

الجدول رقم (٢٠) : الحل المعدل (الأمثل)

العرض	مراكز التوزيع					
	٤	٣	٢	١		
٢٥٠	١٠	٥	٨	٢٥٠	٦	المصانع
		١٠٠				
٢٥٠	٨	٥٠	٩	٧	٣	
					٢٠٠	ب
٢٠٠	١٤	١٥	١٢		١٣	ج
		٢٠٠				
٨٠٠	٢٥٠	١٠٠	٢٥٠	٢٠٠		الطلب

$$\text{الكلفة الكلية} = ٢٥٠ \times ٨ + ١٠٠ \times ٥ + ٢٠٠ \times ٣ + ١٠٠ \times ١٤ + ٥٠ \times ٨ = ٦٣٠٠ \text{ دينار} .$$

يلاحظ أن الحل المعدل (الأمثل) قد أدى إلى خفض الكلفة الكلية للتخصيصات من (٦٣٥٠) ديناراً إلى (٦٣٠٠) دينار ، أى تخفيض الكلفة الكلية بمقدار (٥٠) ديناراً ، وهو ما يمثل إعادة تخصيص (٥٠) وحدة إلى الخلية (ب-٤) التى تخفض كلفة الوحدة بمقدار دينار واحد .

أما الخلية (ج-٢) التى تقيّمها يدل على وجود حل بديل آخر ؛ فإنها عند إدخالها فى الحل من خلال إعادة التخصيص ؛ فإنها ستؤدى إلى حل جديد ثانٍ ، ولكن بنفس كلفة الحل الأولى السابق وكلفته (٦٣٥٠) ، ولنأخذ مسار تقييم هذه الخلية (ج-٢) الذى يظهر فى الجدول رقم (١٥) ونأخذ منه الجدول المصغر الآتى :

مراكز التوزيع					
٤		٢			
١٠	+	٨	-	أ	المصانع
٥٠		٢٠٠		ب	
١٤	-	١٢	+	ج	
٢٠٠					

من أجل إعادة التخصيص : ننظر إلى الكميات المتاحة في الخلايا التي لها علامة (-) في مسار التقييم : حيث نجد هناك (٢٠٠) وحدة في الخلية (أ-٢) ، و (٢٠٠) وحدة في الخلية (ج-٤) ، ولأن الكمية متساوية ؛ لهذا يمكن طرح (٢٠٠) وحدة من كل منهما وإضافة (٢٠٠) للخللا التي لها علامة (+) في مسار التقييم ؛ ليكون عدد الوحدات المخصصة للخللية (أ-٤) (٢٠٠) وحدة ؛ ليصبح التخصيص لها (٢٥٠) وحدة ، وللخللية (ج-٢) (٢٠٠) وحدة . والجدول رقم (٢١) يوضح الحل البديل الآخر .

الجدول رقم (٢١) : الحل البديل الآخر

العرض	مراكز التوزيع					
	٤	٣	٢	١		
٢٥٠	١٠ ٢٥٠	٥ ١٠٠	٨	٦	أ	المصانع
٢٥٠	٨	٩	٧ ٥٠	٣ ٢٠٠	ب	
٢٠٠	١٤	١٥	١٢ ٢٠٠	١٣	ج	
٨٠٠	٢٥٠	١٠٠	٢٥٠	٢٠٠	الطلب	

## ٧ - الحالات الأخرى فى طريقة النقل :

هناك مشكلات أخرى يمكن استخدام طريقة النقل فى معالجتها ، ومن هذه المشكلات ما يأتى :

أولاً : مشكلة الحد الأعلى : عندما يكون جدول النقل متضمناً فى الخلايا ربح نقل الوحدة من المصادر إلى الأماكن المقصودة بدلاً من كلفة نقل الوحدة . فى مثل هذه الحالات بالإمكان استخدام طريقة النقل ، وذلك بتحويل طريقة الكلفة الأقل إلى طريقة الربح الأكبر : فنقوم بالبحث عن الخلية التى تحقق أكبر ربح من أجل تخصيص أكبر عدد من الوحدات المنقولة إليها ، ومن ثم الخلية ذات الربح الأكبر اللاحق ، وهكذا حتى يتم تخصيص جميع العرض المتاح . وفى طريقة فوجل يتم أخذ الفرق بين الخليتين ذات الربح الأكبر فى كل صف وعمود .

وفى اختبار الأمثلية نتبع طريقة المسار المتعرج نفسها فى تقييم الخلايا الفارغة مع فارق واحد هو أن الناتج الموجب سيعنى أن هناك تحسناً ممكناً فى الحل ، بينما الناتج السالب يعنى عدم وجود تحسين فى الحل .

ثانياً : مشكلة النقل غير المتوازنة : تشير إلى حالة عدم تكافؤ أو تساوى العرض (السعة) فى المصادر مع الطلب (الاحتياجات) فى الأماكن المقصودة ، وفى مثل هذه الحالة تتم المعالجة فى الحالتين الآتيتين :

الحالة الأولى : عندما يكون العرض أكبر من الطلب : فى هذه الحالة نستخدم عموداً وهمياً : ليمثل مكاناً مقصوداً وهمياً يكون ذا طلب مساوٍ للعرض الفائض ، وتكون كلفة نقل الوحدة إليه من كل مصدر هى كلفة صفرية .

الحالة الثانية : عندما يكون الطلب أكبر من العرض : فى هذه الحالة نستخدم صفّاً وهمياً : ليمثل مصدراً وهمياً يكون ذا عرض مساوٍ للطلب الفائض ، وتكون كلفة نقل الوحدة منه إلى كل مكان مقصود كلفة صفرية .

بعدئذ نتبع نفس الخطوات فى طريقة النقل فى مثل هذه المشكلات .



ثالثاً : مشكلة الشحن العابر : فى كل الحالات السابقة كان نقل الوحدات من المصادر إلى الأماكن المقصودة يتم مباشرة بينها ، إلا أنه فى الحالات الواقعية فإن المصادر (المصانع مثلاً) توجه مخرجاتها إلى أماكن مقصودة وسيطة (مراكز التوزيع مثلاً) وبعدها إلى أماكن مقصودة نهائية (الأسواق مثلاً) ، وحالة أخرى نقل الوحدات من المصادر إلى أماكن مقصودة يمكن نقل الوحدات فيما بينها ، أى أن كل مكان مقصود يحمل سمة مزدوجة فهو فى الوقت نفسه مكان مقصود وسيط ومصدر وسيط . إن مثل هذه المشكلات تدعى مشكلات الشحن العابر ، وتحل بطريقة النقل بعد تعديل ضرورى فى إعداد جدول النقل .

## ٨ - استخدام طريقة النقل فى اختيار الموقع :

إن استخدام طريقة النقل فى اختيار الموقع يعود إلى أن الشركات الكبيرة والمتوسطة يكون حجم الإنتاج فيها كبيراً ، ويتوزع إنتاجه فى مصانع متعددة ، ويتم تسويقه إلى مراكز توزيع أو أسواق متعددة منتشرة فى منطقة جغرافية واسعة : مما يؤدي إلى زيادة كلفة نقل المنتجات بشكل كبير : فيجعل منها عاملاً حاسماً أو ذا أهمية كبيرة فى اختيار الموقع الأفضل للمصنع الجديد ، أو مركز التوزيع الجديد والمثال أدناه يوضح هذا الاستخدام .

- شركة الهلال للصناعة الإلكترونية لديها ثلاثة مصانع تختص بإنتاج الحاسبات المكتبية وطاقتها الإنتاجية هى :

المصنع	السعة
أ	٥٥٠٠ وحدة
ب	٣٠٠٠
ج	٤٠٠٠

وكان إنتاج الشركة يوزع في ثلاث أسواق ويقدر الطلب في الأسواق الثلاث كالتالي :

الطلب	الأسواق
٣٠٠٠	١
٧٠٠٠	٢
٦٠٠٠	٣

وكانت كلفة نقل الوحدة من المنتج من كل مصنع إلى كل سوق كما في الجدول رقم (٢٢) :

الجدول رقم (٢٢)

الأسواق			إلى / من	
٣	٢	١	أ	المصنع
٥	٧	٨	ب	
٥	٤	٦	ج	
٩	٧	٨		

ولأن الطلب على الحاسبات المكتبية التي تنتجها الشركة أكبر من سعة مصانعها ؛ فقد ارتأت الشركة إنشاء مصنع جديد للإيفاء بالطلب في أسواقها الثلاث ، وبعد الدراسة تم تحديد موقعين بديلين كانت كلفة نقل الوحدة من كل منهما إلى أسواق الشركة كما في الجدول رقم (٢٣) :

الجدول رقم (٢٣) : كلفة نقل الوحدة من الموقعين البديلين

الأسواق			إلى / من	
٣	٢	١	الموقع (د)	
٤	٥	٧		
٥	٤	٧	الموقع (هـ)	

وبسبب كلفة النقل العالية : فإن الإدارة تعتبر الكلفة الكلية للنقل هي معيار التفضيل للموقع الجديد .

المطلوب : تحديد الموقع الأفضل للمصنع الجديد الذي يحقق أدنى كلفة كلية للنقل .  
الحل :

١ - تحديد سعة (عرض) المصنع الجديد :

سعة المصنع الجديد = مجموع الطلب - مجموع العرض

$$= ١٦٠٠٠ - ١٢٥٠٠ = ٣٥٠٠ \text{ وحدة .}$$

٢ - إن المصنع الجديد في الموقعين البديلين (د) أو (هـ) سعته (٣٥٠٠) وحدة : لذا نأخذ كل موقع على حدة ، ونقوم بإدخاله في جدول النقل مع المصانع الثلاثة (أ ، ب ، ج) . وباستخدام طريقة النقل يتم التوصل إلى الحل الأولي وبعد اختبار الأمثلية إلى الحل الأمثل ، ومن ثم احتساب الكلفة الكلية لكل منهما ، والجدولان رقم (٢٤) و(٢٥) يمثلان الحل الأمثل مع كل موقع من الموقعين البديلين .

الجدول رقم (٢٤) : الحل الأمثل مع الموقع (د)

العرض	الأسواق				
	٣	٢	١		
٥٥٠٠	٥ ٥٥٠٠	٧	٨	أ	المصانع
٣٠٠٠	٥	٤ ٣٠٠٠	٦	ب	
٤٠٠٠	٩	٧ ١٠٠٠	٨ ٣٠٠٠	ج	
٣٥٠٠	٤ ٥٠٠	٥ ٣٠٠٠	٧	د	
١٦٠٠٠	٦٠٠٠	٧٠٠٠	٣٠٠٠	الطلب	

الكلفة الكلية مع الموقع (د) =  $١٠٠٠ \times ٧ + ٣٠٠٠ \times ٨ + ٣٠٠٠ \times ٤ + ٥٥٠٠ \times ٥$   
 $+ ٣٠٠٠ \times ٥ + ٨٧٥٠٠ = ٨٧٥٠٠$  دينار .

الجدول رقم (٢٥) : الحل الأمثل مع الموقع (هـ)

العرض	الأسواق				
	٣	٢	١		
٥٥٠٠	٥ ٥٥٠٠	٧	٨	أ	المصانع
٣٠٠٠	٥	٤ ٣٠٠٠	٦	ب	
٤٠٠٠	٩	٧ ١٠٠٠	٨ ٣٠٠٠	ج	
٣٥٠٠	٥ ٥٠٠	٤ ٣٠٠٠	٧	د	
١٦٠٠٠	٦٠٠٠	٧٠٠٠	٣٠٠٠	الطلب	

الكلفة الكلية مع الموقع (هـ)  $= ١٠٠٠ \times ٧ + ٣٠٠٠ \times ٨ + ٣٠٠٠ \times ٤ + ٥٥٠٠ \times ٥$   
 $+ ٥٠٠ \times ٥ + ٣٠٠٠ \times ٤ = ٨٥٠٠٠$  دينار .

إن الموقع (هـ) يحقق كلفة كلية أدنى للنقل : لهذا فهو الموقع الأفضل للمصنع الجديد .

## الأسئلة :

- ١ - وضّح كيف تعالج طريقة النقل قيد الخطية فى نموذج البرمجة الخطية الأساسى .
- ٢ - ماهى خصائص المشكلة التى يجب توفرها من أجل معالجتها بطريقة النقل ؟
- ٣ - ماذا نعنى بخاصية التجانس فى المنتجات ، ولماذا هى مهمة فى مشكلات طريقة النقل ؟
- ٤ - وضح من خلال خطوات محددة طريقة الركن الشمالى الغربى وطريقة الكلفة الأقل .
- ٥ - ماهى الطريقة الأفضل فى التوصل إلى الحل الأولى ، ولماذا ؟
- ٦ - كيف يمكن معرفة ما يأتى :
  - أ - التوصل إلى الحل الأمثل .
  - ب - وجود حل بديل آخر .

٧ - إذا كانت الوحدات المتاحة في المصادر لا تساوى الوحدات المطلوبة في الأماكن المقصودة ، فما العمل لمعالجة هذه المشكلة ؟

٨ - هل يمكن إضافة صفين أو عمودين وهميين في طريقة النقل ؟

٩ - ماذا نعنى بالقول إن الخلايا في الصف أو العمود الوهميين يمكن أن تأخذ :

أ - كلفاً صفيرية .

ب - كلفاً غير صفيرية .

١٠ - ماذا نعنى بالمسارات المحظورة في طريقة النقل ؟

١١ - هل يمكن في مشكلة النقل عدم وجود أى حل ممكن أولى ، ولماذا؟

### التمارين :

١- شركة لديها مصنعان (أ) و(ب) ينتجان نفس المنتج ، سعة كل منهما على التوالى (٢٠٠) ، (٥٠٠) وحدة ، ويقومان بالتوريد لثلاثة مستودعات ، طلب المستودع الأول (٢٥٠) وحدة ، والثاني (٢٥٠) وحدة ، والثالث (٢٠٠) وحدة ، وكانت كلفة نقل الوحدة من كل مصنع إلى كل مستودع كالاتى :

المستودعات			
الأول	الثاني	الثالث	
٧٠	١٠٠	٨٠	المصنع (أ)
٦٠	٧٠	٥٠	المصنع (ب)

المطلوب أ - التمثيل البياني لمشكلة النقل .

ب - إعداد جدول النقل لهذه المشكلة .

٢ - أدناه جدول النقل :

العرض	المستودعات					
	٤	٣	٢	١		
٥٠	٩	١٠	٧	٦	أ	المصادر
٧٠	٦	٨	٥	١٢	ب	
٤٠	٣	٦	٧	٧	ج	
٩٠	٥	٩	١٠	٨	د	
٢٥٠	٣٠	٨٠	٤٠	١٠٠	الطلب	

المطلوب :

أ- تحديد الحل الأولي باستخدام طريقة الركن الشمالي الغربي ، وطريقة الكلفة الأقل وطريقة فوجل التقريبية .

ب - إذا تم تغيير كلفة نقل الوحدة في الخلية (ج-٤) من (٢) دنانير إلى (٥) دنانير : فهل سيتغير الحل بطريقة الكلفة الأقل ، وطريقة فوجل ولماذا ؟

ج - إذا كانت الإدارة قد حددت كلفة أعلى لقبول برنامج النقل مقدارها (١٥٠٠) ، فهل ستقبل برنامج النقل بالحل الأولي ؟

٣ - في ضوء الحل الأولي في التمرين السابق :

المطلوب : أ- اختبار الأمثلية باستخدام طريقتي المسار المتعرج والتوزيع المعدل .

ب - احتساب الكلفة الكلية .

٤ - شركة صناعية لديها ثلاثة مصانع هي (١م ، ٢م ، ٣م) مع سعة إنتاج شهرية من منتوج واحد هي على التوالي (٧) آلاف وحدة ، (٤) آلاف وحدة (١٠) آلاف وحدة .

وأن المنتج يمكن أن يورد (٧) مخازن ، وأن كلفة إنتاج الوحدة فى المصانع متشابهة إلا أن كلفة نقل الوحدة من كل مصنع إلى المخازن السبعة تختلف اختلافاً واضحاً .

والجدول السابق يمثل السعة فى المصانع الثلاثة واحتياجات المخازن السبعة وكلفة نقل الوحدة بين المصانع و المخازن .

المطلوب : إيجاد برنامج النقل الأفضل بين المصانع والمخازن ، وإيجاد الكلفة الكلية لذلك البرنامج ، وتحديد السعة الفائضة للمصانع التى لا تشحن .

## المراجع :

- 1- P.K.Gupta & D.S.Hira , Operations Research , S. Chand and Company LTD New Delhi .1987 .
- 2- N.P.Loomba , Management : A Quantitative Perspective , Macmillan Publishing Co. New York .1979.
- 3- S . D . Sharma, Operations Research, Kedar Nath Ram Nath and Co. Publishers , Meerut .India 1989.
- 4- W . J . Stevenson, Introduction to Management Science , Irwin , Homewood , Boston . 1992.
- 5- H.A . Taha , Operations Research : An Introduction , Macmillan Publishing Co. New York 1989.

## الفصل الرابع : التنظيم الداخلى

- ١-٤- المدخل .
- ٢-٤- الأنواع الأساسية للتنظيم الداخلى .
  - أولاً - التنظيم الداخلى الخطى أو على أساس المنتج .
  - ثانياً - التنظيم الداخلى الوظيفى أو على أساس العملية .
  - ثالثاً - التنظيم الداخلى على أساس الموقع الثابت .
- ٣-٤- المقارنة بين أنواع التنظيم الداخلى .
- ٤-٤- تكنولوجيا الجامعات .
- ٥-٤- الخطوات الأساسية لنظم تصنيع تكنولوجيا الجامعات .
- ٦-٤- الأشكال الأساسية لنظم تصنيع تكنولوجيا الجامعات .
- ٧-٤- تطبيقات تكنولوجيا الجامعات .
- ٨-٤- طرق تحديد موقع الأقسام فى التنظيم الداخلى .
  - أولاً - الطرق الكمية .
  - ١- مقياس الحمولة - المسافة .
  - ٢- طريقة الكلفة الكلية الأدنى .
  - ثانياً - الطرق النوعية .
- ٩-٤- استخدام الحاسبة فى التنظيم الداخلى .
  - أولاً - خوارزمية كرافت (CRAFT) .
  - ثانياً - برنامج كورلاب (CORELAP) .
  - ثالثاً - برنامج الديب (ALDEP) .
  - رابعاً - برنامج بريب (PREP) .
- ١٠-٤- التنظيم الداخلى للمستودعات .
- ١١-٤- التنظيم الداخلى فى الخدمات .
- ١٢-٤- توازن الخط الإنتاجى .
- ١٣-٤- التوازن الكامل للخط الإنتاجى .
- ١٤-٤- التنظيم الداخلى فى التجربة اليابانية .

الأسئلة

التمارين

المراجع





## ٤-١ المدخل :

يثير موضوع التنظيم الداخلى مشكلات أساسية مهمة فى المصنع الحديث مثل : نوع البناء و تصميم التنظيم الداخلى ، ونمط الإنتاج ومتطلباته ، وحركة المواد والعاملين والخدمات المساعدة ، وغيرها الكثير : مما يجعل من التنظيم الداخلى للمصنع أهمية كبيرة تستلزم الدراسة والتحليل للاعتبارات و العوامل الكثيرة المؤثرة فيه : بما يجعل هذا التنظيم وسيلة فعالة فى كفاءة ومرونة النظام الإنتاجى كله .

يمكن تعريف التنظيم الداخلى للمصنع بأنه عملية التشكيل المكانى للتسهيلات المادية فى المصنع ، وهو أيضاً عملية اختيار موقع الأقسام ، العمليات ، الوظائف ، الأنشطة التى تكون جزءاً من عمليات المصنع لتحقيق الاستخدام الكفء والموارد المتاحة ، و هذا التحديد يتجاوز المفهوم التقليدى للتنظيم الداخلى الذى يقلص مجاله ويحصر أهدافه فى الاستخدام الكفء : حيث أصبح التنظيم الداخلى للمصنع يؤثر فى كل الموارد الثابتة و المتحركة فى المصنع بما يجعل هدف المساهمة فى تحقيق الربح و ذلك من خلال الأهداف الآتية التى يمكن أن يحققها :

- أ- تسهيل عملية الصنع أو الإنتاج .
- ب- مناولة المواد إلى الحد الأدنى .
- ج- تحقيق المرونة العالية فى ترتيب العمليات .
- د- تحقيق الدوران العالى للمواد أو العمل تحت التشغيل .
- هـ- الاستخدام الاقتصادى للمساحة المتاحة .
- و- الاستخدام الفعال لفترة العمل .
- ز- ضمان راحة العمال و الأمان فى العمل .
- ح - الاستجابة الفعالة للتوسعات فى المستقبل .

إن هذه الأهداف توضح الأهمية الكبيرة التى يمثلها التنظيم الداخلى لمصنع ، وتشير التقديرات إلى أن التنظيم الداخلى يمثل ( ٢٠-٥٠ ٪ ) بين النفقات التشغيلية الكلية ضمن الصناعة ، وأن التنظيم الفعال يمكن أن يخفض هذه الكلف على الأقل إلى ( ١٠-٣٠ ٪ ) .

فى ضوء ما تقدم ، فإننا يمكن أن نطرح السؤال الآتى حول أهمية التنظيم الداخلى وهو : هل يعتبر قرار التنظيم الداخلى قراراً إستراتيجياً أم قراراً تكتيكياً ؟ وللإجابة ، فإن هناك جوانب فى التنظيم الداخلى (من حيث الكلفة و التأثير الطويل الأمد على ميزة التنافسية تجعل من اختيار التنظيم الداخلى قراراً إستراتيجياً . وجوانب أخرى فى التنظيم الداخلى من حيث سرعة الحركة المستمرة للمواد و القوى العاملة و مرونة العمليات ؛ تجعل من استغلال و تشغيل التنظيم الداخلى قراراً تكتيكياً . والواقع أن (بوفـا E.S.Buffa) أشار إلى أن التنظيم الداخلى يعتبر قراراً إستراتيجياً ، ويضعه ضمن قرارات تصميم النظام الإنتاجى وهو بدوره يحدد و يؤثر فى قرارات إستراتيجية أخرى مثل اختيار الآلات (حسب نوع التنظيم الداخلى يتحدد نوع الآلات ذات الأغراض الخاصة أو ذات الأغراض العامة و تصميم التشغيل ، و كلا الجانبين يدخلان ضمن القرارات الإستراتيجية المتعلقة بتصميم النظام الإنتاجى .

كما أن (شرويدر R.G.Schroeder) يعتبر اختيار نمط التشغيل واختيار الآلات وهما يرتبطان بنوع التنظيم الداخلى ضمن قرارات التصميم الإستراتيجى . وأن تحليل تدفقات التشغيل و توفير الصيانة للآلات وهما يرتبطان بالآثار التشغيلية للتنظيم الداخلى ، ضمن قرارات استغلال و تشغيل النظام الإنتاجى التكتيكية ؟ فى حين أن (ولرايت S.C.Wheelwright) يهتم بتكنولوجيا التشغيل التى ترتبط بنوع التنظيم الداخلى : مما يجعله ذا دور كبير فى تحقيق الميزة لتنافسية ؛ لهذا كله فإننا نعتبر اختيار التنظيم الداخلى قراراً إستراتيجياً ذا أهمية طويلة الأمد .

#### ٤-٢- الأنواع الأساسية للتنظيم الداخلى :

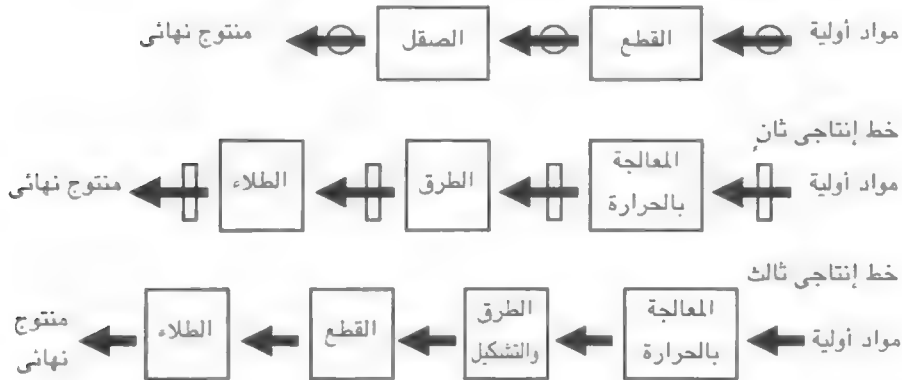
إن العمليات الإنتاجية يمكن أن تصنف إلى عمليات مستمرة ، وهى العمليات التى تكون مطلوبة فى إنتاج سلع نمطية ، وتستخدم عادة فى نمط الإنتاج أوالصنع من أجل الخزن ، وتستخدم فيه آلات ذات أغراض متخصصة ، ويكون التنظيم الداخلى المستخدم فى هذه العمليات هو التنظيم الداخلى السلى أو على أساس المنتج ، والنوع الآخر من العمليات هو العمليات المنقطعة ، وهى العمليات المطلوبة فى إنتاج سلع غير نمطية ، وتستخدم عادة فى نمط الإنتاج أو صنع من أجل الطلبية ، وفى هذا

النوع من العمليات يتم استخدام آلات ذات أغراض عامة تستخدم لإنتاج عدد متنوع من المنتجات بكميات صغيرة أو متوسطة ، ويكون التنظيم الداخلي المستخدم فيها هو التنظيم الداخلي الوظيفي و على أساس العملية . ونعرض فيما يأتي للأنواع الأساسية للتنظيم الداخلي .

### أولاً : التنظيم الداخلي الخطي أو على أساس المنتج (Line or Product Layout) :

هناك خصائص أساسية لهذا النوع من التنظيم الداخلي تتمثل في وجود منتج واحد أو عدد قليل من المنتجات (تنوع أقل) ، معدل مخرجات كبير جداً (حجم كبير) ، عمليات نمطية متكررة على آلات متخصصة ، تغير محدود في المنتجات ، والإنتاج يكون من أجل الخزن . و بفعل هذه الخصائص فإنه يتحقق انسياب فعال لعمليات الإنتاج تساهم في رفع كفاءته بشكل كبير يتفوق على أنواع التنظيم الداخلي الأخرى . والشكل رقم (٤-١) يوضح هذا النوع من التنظيم حيث إن كل منتج يحتاج إلى عمليات معينة يتم تنظيمها في خط إنتاجي ذي انسيابية عالية ، حيث لا يمكن بفعل تنظيم العمليات والآلات المتخصصة إنتاج منتج آخر على نفس الخط الإنتاجي إلا بعد إجراء تعديلات وتغييرات كبيرة ومكلفة : مما يجعل هذا النوع من التنظيم غير مرن .

الشكل رقم (٤-١) : التنظيم الداخلي على أساس المنتج



## مزاياه :

- أ - أنه يحقق معدلاً عالياً من المخرجات .
- ب - كلفة الوحدة متدنية بفعل حجم الإنتاج الكبير (اقتصاديات الحجم) .
- ج - يحقق استخداماً كفئاً لقوة العمل والآلات .
- د - التخصص فى الآلات والعمل يقلل من كلف التدريب ووقته ، كما يوسع من نطاق الإشراف .
- هـ - كلفة المناولة للوحدة منخفضة : لأن المناولة بسيطة و تتبع نفس التعاقب و بانسيابية عالية .
- و- طرق الجدولة والسيطرة بسيطة وسهلة : لأن العمليات نفسها تتكرر وفى وقت قياسى محدد وثابت .
- ز- أعمال المحاسبة والمشتريات والمخزون والرقابة عليها روتينية .

## عيوبه :

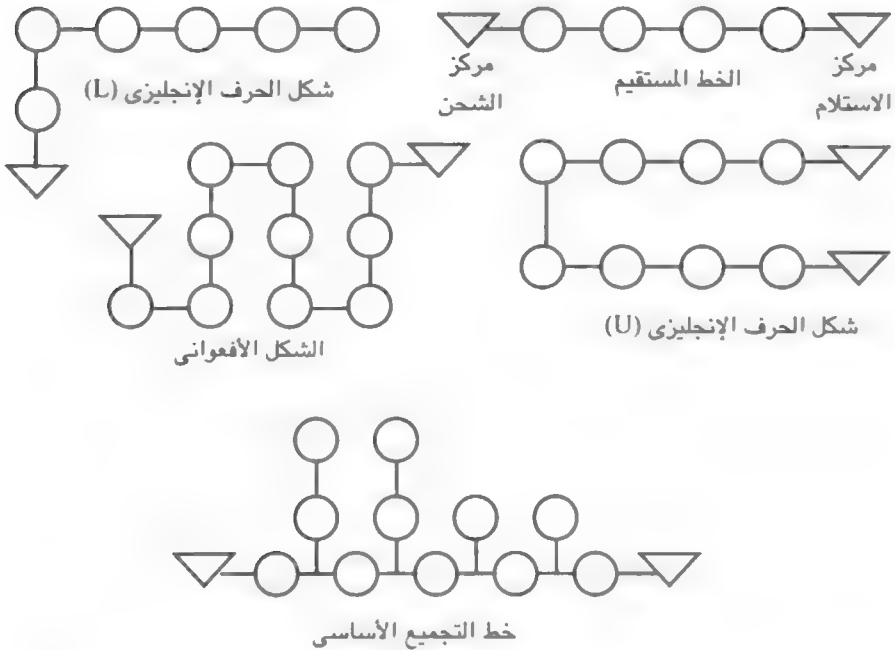
- أ- أن التقسيم الكثيف للعمل فى هذا التنظيم (للاستفادة من مبدأ التخصص و تقسيم العمل) : يؤدى إلى الرتابة والملل وتدنى الإنجاز والمشكلات المتعلقة بانخفاض الروح المعنوية .
- ب - بفعل التخصص و تقسيم العمل فإنه يستخدم عمالاً منخفضى المهارة للقيام بأعمال صغيرة ومتكررة ، وهؤلاء يبدون أقل اهتماماً بالمحافظة على الآلات وجودة المنتجات .
- ج - أن النظام غير مرن ، من حيث القدرة على الاستجابة للتغيرات فى حجم المخرجات أو فى تصميم المنتجات .
- د - أن النظام يكون عرضة بدرجة كبيرة للتوقف بسبب عطل الآلات أو الغياب الزائد أو تأخر التجهيزات من المواد .
- هـ- الصيانة الوقائية والقدرة على التصليحات السريعة ومخزون قطع الغيار تمثل نفقات ضرورية فيه .

و- أن برامج الحوافز المرتبطة بالمرجات تكون غير عملية ؛ لأنها تميل إلى أن تكون ذات أثر سلبي على العاملين .

و تظل هناك ملاحظات أساسية تتعلق بهذا النوع من التنظيم نشير إليها في الآتي :

١- أن هذا النوع من التنظيم الداخلي الذي يدعى أيضاً التنظيم الخطي لا يأخذ شكل الخط المستقيم ، رغم أن الخط المستقيم هو أقصر مسافة في مناولة المواد بين العمليات ، وإنما يأخذ أشكالاً مختلفة من خطوط التدفق ، والشكل رقم (٤-٢) يوضح الأشكال المختلفة لخطوط التدفق المستخدمة . فلو افترضنا أن هناك مركز استلام في بداية الخط الإنتاجي (خط التدفق) وعدد من العمليات المطلوب لإنتاج المنتج و مركز الشحن في نهاية الخط فمن الطبيعي أن يكون ترتيب العمليات حسب تعاقبها في إنتاج المنتج كما في الأشكال التي تظهر في الشكل رقم (٤-٢) .

الشكل رقم (٤-٢) : الأشكال الأساسية لخطوط التدفق



٢- أن التنظيم الداخلى على أساس المنتج يعتبر أكفأ أنواع التنظيم الداخلى : لأنه يحقق الانسياب الكفء لتدفق و تعاقب العمليات : لهذا فإنه التنظيم الأفضل عندما يكون حجم الإنتاج المطلوب كبيراً بما يبرر استخدامه .

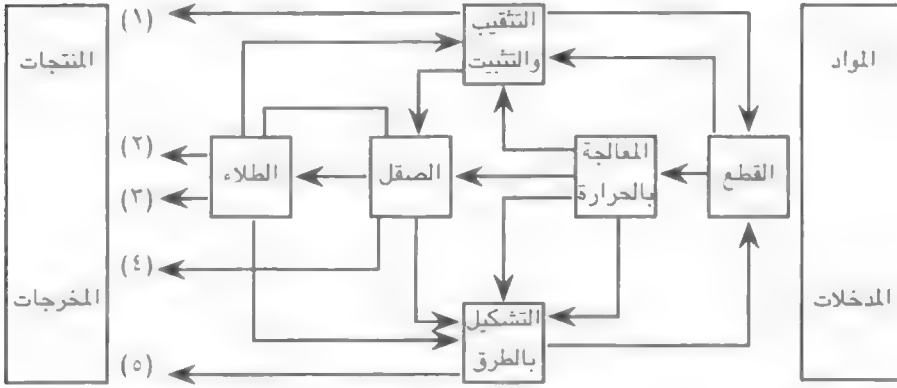
٣- أن الميزة الأساسية لهذا النوع من التنظيم تتمثل فى تحقيق أدنى كلفة للوحدة من المنتج (أى اقتصاديات الحجم) ، و لكن بالمقابل ، فإنه يعانى من النقص الأساسى المتمثل فى عدم المرونة فى التصميم و الإنتاج ومن ثم عدم التنوع فى المنتجات : حيث إن هذه المرونة يتمتع بها النوعان الآخران من التنظيم الداخلى : على أساس العملية والمواقع الثابتة .

### ثانياً : التنظيم الداخلى الوظيفى أو على أساس العملية (Functional or Process Layout) :

فى هذا النوع من التنظيم يتم تجميع العمليات المتشابهة فى أقسام أو وحدات متخصصة (مثلاً جميع عمليات وآلات الخراطة تجمع فى قسم و جميع آلات القطع فى قسم آخر وهكذا) بما يساعد على إنتاج عدد متنوع من المنتجات . ولهذا النوع خصائص أساسية تتمثل فى وجود عدد متنوع من المنتجات كل واحد منها ينتج بكميات قليلة أو متوسطة بما لا يسمح بتخصيص خط إنتاجى له طوال الفترة الإنتاجية (كما هو متبع فى التنظيم على أساس المنتج) ، عمليات غير نمطية : لأن كل منتج جديد يتطلب تصميمًا جديدًا ، وتهيئة وإعداد الآلات وعمليات المعالجة للمواد تختلف عن المنتج السابق ، والإنتاج يكون من أجل الطلبية . وبفعل تغير المنتجات و تباين تعاقب العمليات المطلوبة من منتج لآخر فإنه لا يحقق انسيابية عالية : مما يؤدى إلى تدنى كفاءته ، ولكن فى المقابل يمتاز بقدرة أكبر على الاستجابة لحاجات الزبائن و التغيرات فى السوق . ويوضح الشكل رقم (٤-٣) هذا النوع من التنظيم : حيث إن الآلات (التي تكون ذات أغراض عامة) فى كل قسم أو موقع عمل تقوم بإنتاج عدد متنوع من المنتجات ذات أوقات قياسية متباينة و تعاقب عمليات مختلف .

إن مزايا التنظيم الداخلى على أساس المنتج تعتبر عيوباً بالنسبة إلى التنظيم الداخلى على أساس العملية بدرجة معينة فى حين أن عيوب الأول تعتبر مزايا للثانى .

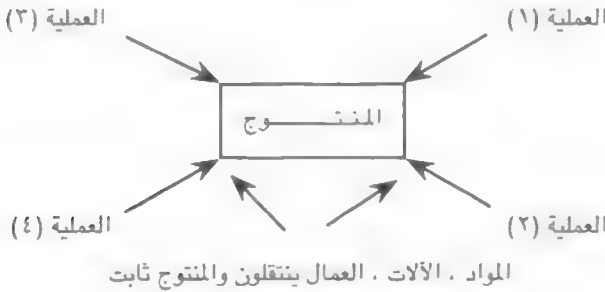
الشكل رقم (٤-٣) : التنظيم الداخلي على أساس العملية



ثالثاً : التنظيم الداخلي على أساس الموقع الثابت (Fixed - Position Layout) :

في هذا النوع من التنظيم فإن المعدات والمواد والعاملين ينتقلون إلى موقع المنتج الذي يكون ثابتاً : وذلك لأن المنتج يكون كبيراً وضخماً ويصعب نقله ، أو يكون ذا طبيعة تستوجب تثبيته في مكانه ، بينما بقية العناصر المشاركة في الإنتاج هي التي تتحرك و تتناوب على المنتج حسب تعاقب العمليات وجدولتها . ومن أمثلة ذلك إنتاج الطائرات والناقلات (المنتج كبير جداً) والسدود والأبنية ومحطات الطاقة الكهربائية (المنتج ذو طبيعة خاصة) والشكل رقم (٤-٤) يوضح هذا النوع من التنظيم : حيث إن العمليات قد تتعاقب أو تتزامن في الإنجاز .

الشكل رقم (٤-٤) : التنظيم الداخلي على أساس الموقع الثابت



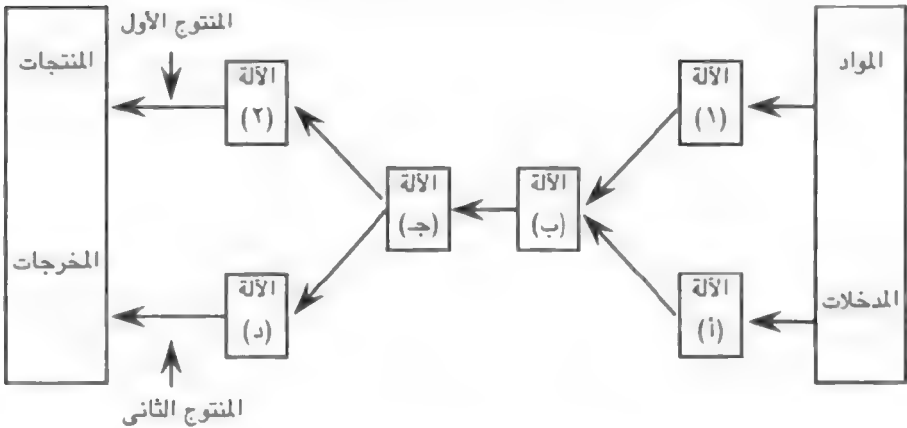


إن الخصائص الأساسية للتنظيم الداخلى على أساس الموقع الثابت تتمثل فى إنتاج وحدة واحدة أو عدد قليل من المنتج ، ويكون المنتج كبيراً ويصعب تحريكه ويتغير تغيراً كبيراً من منتج لآخر بما يجعل منه منتجاً فريداً فى التصميم والعمليات والمهارة (التنوع فى أعلى درجاته) وبسبب هذا التغير الكبير فإنه يتسم بانخفاض الكفاءة .

إن مزايا التنظيم الداخلى على أساس المنتج تعتبر عيوباً بالنسبة إلى هذا النوع من التنظيم و بدرجة أكبر بالمقارنة مع التنظيم الداخلى على أساس العملية ، فى حين أن عيوب الأول تعتبر مزايا بالنسبة إلى هذا النوع من التنظيم بدرجة أكبر مما هى عليه فى التنظيم الداخلى على أساس العملية . وسنحاول توضيح ذلك فى الفقرة القادمة .

لابد من التأكيد على أن الوحدات الإنتاجية لا تستخدم فى الغالب واحداً من أنواع التنظيم الداخلى بشكل كامل ، إنما عادة ما تلجأ إلى المزج بينها وخاصة بين التنظيم على أساس المنتج ، وعلى أساس العملية للاستفادة من مزايا النوعين . والشكل رقم (٤-٥) يوضح التنظيم الداخلى على أساس المنتج والعملية .

الشكل رقم (٤-٥) : التنظيم الداخلى المرن أو على أساس المنتج والعملية



## ٤-٢ - المقارنة بين أنواع التنظيم الداخلى :

إن الخصائص المختلفة لأنواع التنظيم الداخلى تجعل منها أداة مهمة للمقارنة ، ومن أجل استخدام هذه الخصائص ؛ نشير إلى أن كل نوع من أنواع التنظيم الداخلى يرتبط بنمط من أنماط الإنتاج ، فالتنظيم الداخلى على أساس المنتج يقتصر بنمط الإنتاج الواسع أو نمط الإنتاج المستمر ، والتنظيم الداخلى على أساس العملية يقتصر بنمط إنتاج الوجبة ، والتنظيم الداخلى على أساس الموقع الثابت يقتصر بنمط إنتاج الوحدة أو المشروع أو الإنتاج حسب الطلب و الجدول رقم (٤-٦) يوضح هذه الخصائص لكل نمط إنتاج وتنظيم داخلى .

من أجل استخدام نمط الإنتاج فى تحديد نوع التنظيم الداخلى فإن (هيتومى K.Hitomi) يرى أن نمط التنظيم الداخلى يتقرر على أساس العلاقة بين عدد المنتجات (ع) وحجم الإنتاج (ج) ، و كنتيجة لتحليل (ع - ج) يمكن التوصل إلى ما يأتى :

أولاً : إن التنظيم الداخلى على أساس المنتج يتم اعتماده فى حالة الناتج الكبير لقسمة (ج \ ع) وهذا ما يتحقق فى حالة الإنتاج المستمر أو الإنتاج الواسع ، حيث حجم الإنتاج كبير جداً لواحد أو عدد قليل من المنتجات .

ثانياً : إن التنظيم الداخلى على أساس العملية يتم اعتماده فى حالة الناتج الصغير لقسمة (ج \ ع) ، وهذا ما يكون فى نمط إنتاج الوجبة حيث الإنتاج بكميات صغيرة لعدد كبير من المنتجات .

ثالثاً : إن التنظيم الداخلى على أساس الموقع الثابت أو إنتاج الوحدة يتم اعتماده إذا كان ناتج قسمة (ج \ ع) صغيراً جداً . والشكل رقم (٤-٧) يوضح مبادلات الحجم - التنوع فى أنواع التنظيم الداخلى .

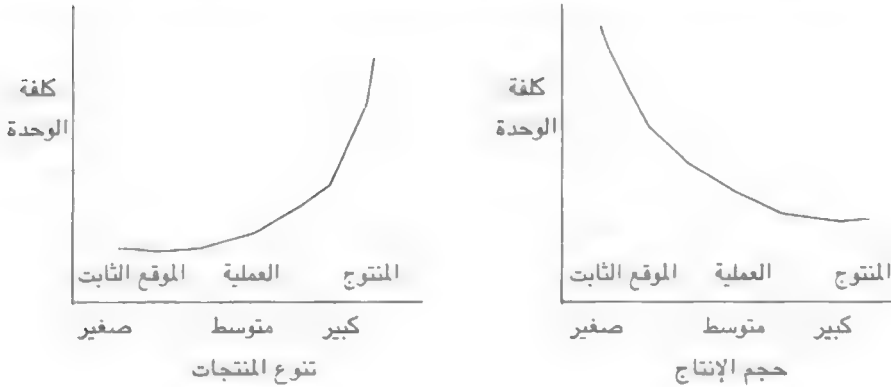
## الجدول رقم (٤-٦) : خصائص أنماط الإنتاج

الخصائص	إنتاج حسب الطلب	إنتاج الدفعة : حجم	الإنتاج الواسع والمستمر :
الرسالة	بيع التنوع والمهارة .	بيع تنوع المنتجات التي تستخدم نفس التشغيل .	بيع واحد أو عدد قليل من المنتجات بكلفة أدنى .
تدفق المادة	قليل ولا مسارات مهيمنة .	عدد قليل من المسارات المهيمنة .	مسار التدفق الوحيد .
الاختناقات	تتغير بشكل متكرر .	تتغير بتكرار أقل .	مستقرة .
اختيار المعدات والآلات	ذات أغراض عامة .	البعض يقوم على التركيز (التخصص) . أغلبها ينتج منتجات متنوعة .	ذات أغراض متخصصة للإنتاج بحجم كبير .
طول الدورة التشغيلية	قصير	متوسط	طويل
كلفة التهيئة والإعداد	منخفضة	متوسطة	عالية
محتوى العمل	عالٍ	متوسط	منخفض
نطاق الأعمال المباشرة	واسع	متوسط	أكثر الأحيان ضيق
المسيطر على سرعة العمل	العامل و رئيس العمال	العامل ، رئيس العمال ، والمشرف	المعدات و تصميم التشغيل
مخزون المواد الأولية	منخفض	متوسط	عالٍ
مخزون تحت التشغيل	كبير	متوسط	قليل
مخزون المنتجات النهائية	قليل أو بدون	يتغير	عالٍ أكثر الأحيان

تابع - الجدول رقم (٤-٦) : خصائص أنماط الإنتاج

الموردون	تنوع الموردین وتغيرهم عادة .	عدد أقل من الموردین وعلى نحو ملائم و متسق .	يستخدم الموردین بشكل متسق وعبر مدى طويل .
المعلومات المطلوبة للعامل في العمل	تمطياً تعليمات جديدة مع كل عمل .	عمال مدربون لكل نوع من المنتج .	المعلومات نفسها إلا إذا تغير المنتج .
الجدولة	غير مؤكدة و تغيرات متكررة .	توجد تغيرات ، والتعجيل متكرر .	غير مرن ، التعاقب والتوقيت أكثر الأحيان مصمم في التشغيل .
الاستجابة لانخفاض الطلب	تسريع بعض العمال في بعض الأقسام المتأثرة .	تقليص بعض العمال أو إعادة توازن العمل .	العمل بأسابيع عمل أقصر أو وجبات أقصر .

الشكل رقم (٤-٧) : مبادلات الحجم - التنوع في أنواع التنظيم الداخلى

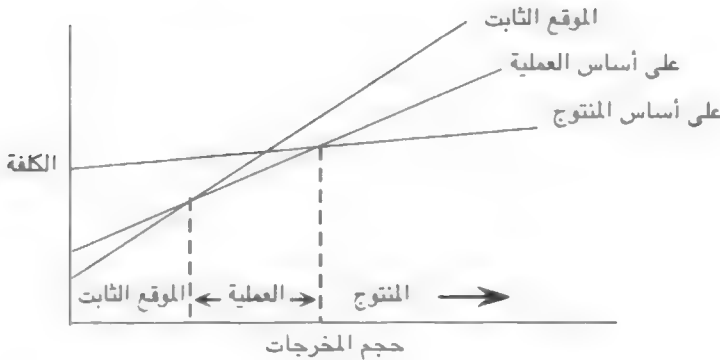


المقارنة المهمة الأخرى ما بين أنواع التنظيم الداخلى تكون على أساس الكلف الثابتة والمتغيرة ، فالتنظيم الداخلى على أساس المنتج لكى يستطيع أن يحقق حجم الإنتاج الكبير : فإنه بحاجة إلى استخدام أعلى درجات التكنولوجيا الحديثة التى تكون كثيفة رأس المال كما هو الحال فى الأتمتة ، وهى تكون ذات كلفة ثابتة عالية ، ولكن بفعل حجم الإنتاج الكبير تكون كلفة الوحدة المتغيرة منخفضة جداً (حيث إن الكثير من

الكلف مثل كلفة التصميم وإعداد الآلات والتدريب وغيرها تتوزع على عدد كبير من الوحدات : فيكون نصيب الوحدة منها قليلاً جداً) . أما التنظيم الداخلى على أساس العملية (الذى يستخدم فى نمط إنتاج الوجبة) : فإن حجم الإنتاج لا يبرر استخدام أحدث التكنولوجيا كما فى الأتمة : لهذا فإنه يستخدم المكننة التى تكون أقل كلفة ثابتة وبفعل تعدد المنتجات وحجم الإنتاج الأقل فإن الكلفة المتغيرة تكون أعلى مما هى عليه فى التنظيم السابق . أما فى الموقع الثابت وإنتاج الوحدة فيتم استخدام تكنولوجيا بسيطة ويدوية ذات كلفة ثابتة أدنى إلا أن التنوع الواسع للمنتجات وحجم الإنتاج بوحدة واحدة أو عدد قليل من الوحدات يجعل الكلفة المتغيرة هى الأعلى ، وهذا يمكن تلخيصه كالاتى :

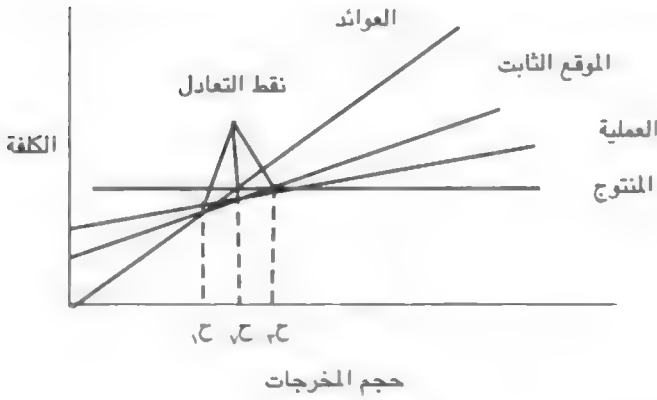
- التنظيم الداخلى على أساس المنتج يستخدم أحدث تكنولوجيا بكلفة ثابتة أعلى وكلفة متغيرة أدنى للوحدة .
- التنظيم الداخلى على أساس العملية يستخدم تكنولوجيا متوسطة التطور كالمكننة بكلفة ثابتة متوسطة وكلفة متغيرة للوحدة متوسطة مقارنة بالنوعين .
- التنظيم الداخلى على أساس الموقع الثابت يستخدم تكنولوجيا بسيطة ويدوية بكلفة ثابتة أدنى و كلفة متغيرة للوحدة أعلى . وأن الشكل رقم (٤-٨) يوضح هذه الخصائص من حيث الكلف .

الشكل رقم (٤-٨) : أنواع التنظيم الداخلى من حيث الكلف



ويفعل تباين الكلف الثابتة فى أنواع التنظيم الداخلى ؛ فإن هذا يؤدى إلى تباين ظهور نقطة التعادل فى كل نوع ؛ ففى التنظيم الداخلى على أساس الموقع الثابت الذى يكون ذا أدنى كلفة ثابتة ، فإن نقطة التعادل تكون أسرع بالظهور وبحجم مخرجات أقل عند (ح١) ، ثم التنظيم الداخلى على أساس العملية (ح٢) ، يليه على أساس المنتج (ح٣) ، والشكل رقم (٤-٩) يوضح نقاط التعادل فى الأنواع الثلاثة .

الشكل رقم (٤-٩) : نقطة التعادل فى أنواع التنظيم الداخلى



#### ٤-٤ - تكنولوجيا الجامعات :

إن أهمية وتطوير تكنولوجيا الجامعات تعزى إلى العالم السوفيتى (ميتروفانوف S.P.Mitrofanov) من جامعة لينينغراد الذى نشر عام ١٩٠٩م كتابه "المبادئ الأساسية لتكنولوجيا الجامعات" ، كما ساهم البريطانى (بيبرج J.L.Burbidge) فى تطوير نظام تكنولوجيا الجامعات من خلال استخدام المسار التكنولوجى فى تكوين مجاميع (أو خلايا) الآلات .

وفى أدبيات إدارة الإنتاج / العمليات تستخدم مصطلحات تكنولوجيا الجامعات متداخلة مع التنظيم الداخلى المجموعى أو التنظيم الداخلى الخلوى . ومن الواضح أن

تكنولوجيا المصانع هي عبارة عن تنظيم داخلي جديد يتم تشكيله لكل مجموعة من الأجزاء أو عائلة منتجات وهذا يفسر المصطلح الأول . في حين أن هذا التنظيم الداخلي الجديد في الغالب يأخذ تنظيمه شكل خلية مكونة من مجموعة من الآلات اللازمة لتصنيع مجموعة من الأجزاء ، وهذا يفسر المصطلح الثاني .

ولقد اعتبر البعض تكنولوجيا المصانع فلسفة أو مبدأ لتصنيع الأجزاء على شكل مصانع أو عوائل منتجات ، إلا أن البعض اعتبرها طريقة لتحليل ومقارنة الأجزاء والمنتجات من أجل تصنيفها إلى مصانع و تطبيق واستخدام عمليات تكنولوجيا متماثلة لكل مجموعة .

يمكن أن نحدد تكنولوجيا المصانع من خلال الجوانب الثلاثة الآتية :

**أولاً - المفهوم :** حيث تكنولوجيا المصانع مفهوم فعال للتعامل مع التنظيم الداخلي والتشغيل : وذلك بجمع مزايا التنظيم الداخلي على أساس المنتج (اقتصاديات الحجم) وعلى أساس العملية (التنوع) .

**ثانياً - الطريقة :** حيث إن تكنولوجيا المصانع هي طريقة تعتمد على نظام تصنيف وترميز للأجزاء : من أجل التوصل إلى تحديد عائلة أجزاء أو منتجات تكون متشابهة في خصائص التصميم و التصنيع (من حيث الشكل الهندسي أو الآلات المطلوبة لإنتاجها أو تعاقب العمليات وغيرها) : لكي يكون ممكناً إنتاجها من خلال خلية إنتاج مخصصة لها أو خط إنتاجي مصغر يدعى خط تدفق تكنولوجيا المصانع .

**ثالثاً - نظام المعلومات :** وذلك لأن تكنولوجيا المصانع لا يمكن أن تتوصل إلى تحديد عوائل الأجزاء والمنتجات ومتابعة التطور والتنوع في المنتجات إلا إذا توفر نظام معلومات فعال يشتمل على كل المعلومات الخاصة بسمات وخصائص التصميم والتصنيع لكل منتج . ولاشك أن نظام المعلومات المتقدم يعتمد على استخدام الحاسبة وبرامجها المخصصة لهذا الغرض ، وهذا ما يحققه تخطيط التشغيل بمساعدة الحاسبة الذي سنتعرض له في الفصل الثالث عشر .

لقد أصبح استخدام تكنولوجيا الجامعات شائعاً فى المصانع الحديثة بسبب المزايا الكثيرة التى يحققها من حيث الكلفة والقدرة على الاستجابة لحاجات الزبائن والتغيرات فى السوق. ولقد أكدت الدراسات الكثيرة التى أجريت لتقييم تطبيقات تكنولوجيا الجامعات (GT) على النتائج الآتية ، كما حددها (هايزر و ريندر J.Hiezer and B.Render) :

أ- خفض المخزون تحت التشغيل : لأن خلية العمل المنظم حسب (GT) تساعد على تحقيق تدفق متوازن للعمل من آلة لأخرى .

ب- حيز أرضى أقل : لأن خلية العمل المكون من عدة آلات ستكون منظمة بشكل لايتطلب إلا حيزاً صغيراً بين الآلات لغرض التخزين تحت التشغيل .

ج- مخزون أقل من المواد الأولية والمنتجات النهائية : لأن خلية العمل تسمح بحركة أسرع للمواد : مما يساعد على استخدام المواد الأولية بوقت أسرع و تلبية الطلبات المتعددة دون حاجة إلى الخزن لفترة أطول .

د- تخفيض كلفة العمل المباشر : بسبب التدفق الأفضل للمواد والجدولة الجيدة : مما يجعل وقت الحركة من قطعة لأخرى ، ومن الوجبة الواحدة ضمن العائلة إلى الأخرى منخفضاً بشكل جوهري .

هـ- الإحساس القوى بمشاركة العامل فى المنظمة و المنتج : حيث إن خبرة العمال تستخدم فى تصنيف الأجزاء و تشكيل عوائل الأجزاء و المنتجات بشكل أكبر ، كما أنهم يتحملون مسؤولية أوسع عن النوعية فى خلية العمل .

و- زيادة استغلال الآلات : بسبب تدفق المواد الأسرع والجدولة الجيدة .

ز- تخفيض الاستثمار فى الآلات : لأن الاستغلال الجيد للمصنع يقلص الحاجة إلى عدد أكبر من الآلات ، ومن أجل تخطيط موضوع تكنولوجيا الجامعات : سنتطرق إلى النقاط الآتية :

أولاً : الخطوات الأساسية لتطبيق تكنولوجيا الجامعات .

ثانياً : الأشكال الأساسية لتكنولوجيا الجامعات .

ثالثاً : تطبيقات تكنولوجيا الجامعات .



## ٤-٥ - الخطوات الأساسية لتطبيق تكنولوجيا المصانع :

فى كل المصانع التى تعتمد نمط إنتاج الوجبة ، وتقوم بإنتاج عدد كبير من الأجزاء والمنتجات من خلال التنظيم الداخلى على أساس العملية ، نجد أن هناك عدداً كبيراً من المسارات الإنتاجية الخاصة بتصنيع وإنتاج تلك الأجزاء والمنتجات . وإن كل جزء أو منتج يتطلب أعمال التصميم و التهيئة والإعداد للألة والعمال والمواد : مما يرفع بدرجة كبيرة كلفة العمل المباشرة و كلف التشغيل الأخرى ، و قد يكون من الملائم فى مثل هذه الحالة تبنى تكنولوجيا المصانع و الانتقال إلى التنظيم الداخلى المجموعى ، وهذه العملية تتطلب :

### (١) إيجاد و اختيار عوائل الأجزاء و المنتجات :

يمكن تعريف عائلة الأجزاء فى (GT) بأنها مجموعة متجانسة من الأجزاء التى تكون تماثلها أكبر من اختلافها من حيث خصائص التصميم و التصنيع وخاصة من حيث المسار الإنتاجى ، وهناك أربعة أساليب لتشكيل عوائل الأجزاء (أو المنتجات) هى :

**أولاً - تشكيل العوائل بواسطة البصر :** أى بالنظر إلى جميع الأجزاء والمنتجات من الناحية الفنية ، و من ثم ترتيبها و تشكيلها فى مجاميع متشابهة بالاعتماد على خبرة القائمين بالعملية ، و هذا الأسلوب هو الأبسط والأقل تعقيداً وكلفة .

**ثانياً - تشكيل العوائل بواسطة نظام تصنيف وترميز الأجزاء :** هذا من أكثر الأساليب استعمالاً فى الوقت الحاضر ؛ ففى تكنولوجيا المصانع تم تطوير أنظمة عديدة للترميز ، فخصائص التصميم والتصنيع ونمط الإنتاج وتعاقب العمليات - يتم ترميزها لكل جزء أو منتج ، و هذه الأنظمة - من خلال الرموز - يمكن أن تساعد بسهولة على تشكيل عوائل الأجزاء والمنتجات . ومن هذه الأنظمة : نظام تصنيف أوبتز (The Optiz Classification System) فى ألمانيا ، ونظام ميكلاس (MICLASS System) فى هولندا ، ونظام فوسو (VUOSO System) فى جيكونسلوفاكيا ، ونظام برتش (British System) فى بريطانيا ، و نظام (K-1-2) فى اليابان ، و نظام تيكلا (TEKLA System) فى النرويج ، و هذه الأنظمة تكشف عن الدور الجوهرى لأنظمة

الترميز في تكنولوجيا الجامع ، كما توضح حقيقة أن كل نظام من هذه الأنظمة لا يلبي الحاجات العامة بشكل كامل في الاستخدام ، و نعرض فيما يأتي للنظامين الأولين بإيجاز .

\* نظام أوبتز :

لقد تم تطوير هذا النظام من قبل الألماني (أوبتز H.Optiz) في جامعة (إيخن Aachen) في ألمانيا ، وهو يمثل واحداً من الجهود الرائدة في تكنولوجيا الجامع ، وهو على الأرجح الأفضل من بين الأنظمة المعروفة المستخدمة في تصنيف وترميز الأجزاء ، و هذا النظام يستخدم التعاقب الرقمي الآتي :

٥٤٣٢١ ٩٨٧٦ أ ب ج د

إن الرمز الأساسي يتألف من (٩) أرقام ، وهذا الرمز يمكن توسيعه بإضافة (٤) حروف أخرى ، والأرقام التسعة الأولى تستخدم لترميز بيانات التصميم و التصنيع : فالأرقام الخمسة الأولى (٥٤٣٢١) تدعى رمز الشكل وتشير إلى خصائص التصميم الأساسية للجزء ، والأرقام الأربعة اللاحقة (٩٨٧٦) تمثل الرمز التكميلي والإضافي ، وهي تشير إلى بعض الخصائص المتعلقة بالتصنيع : كالأبعاد ، مادة العمل ، شكل القطعة عند بداية العمل . الدقة ، أما الحروف الإضافية الأربعة (أ ب ج د) فتمثل الرمز الثانوي ، وتستخدم لتحديد نمط عملية الإنتاج و التعاقب ، و الرمز الثانوي يمكن أن يكون مصمماً من قبل الشركة : ليخدم حاجاتها الخاصة .

ولإعطاء فكرة عامة عن كيفية عمل نظام (أوبتز Optiz) نشير إلى أن الرقم الأول في الأرقام الخمسة الأولى يصف الشكل العام للأجزاء ، والأرقام (٢-٥) تمثل العناصر التفصيلية لشكل الأجزاء والمعالجة على الآلات ، والرقم الأول في الأرقام الأربعة التكميلية ، وهو الرقم (٦) يعبر عن أبعاد الجزء ، والرقم (٧) عن المادة ، والرقم (٨) يشير إلى الشكل الأصلي للمواد الأولية ، والرقم (٩) يشير إلى الدقة .

## \*\* نظام ميكلاس :

هذا النظام قد تم تطويره من قبل المؤسسة الهولندية للبحث العلمى التطبيقى :  
 ليساعد على أتمتة وقياس عدد من الخصائص ذات العلاقة بالتصميم و التصنيع  
 ووظائف الإدارة . إن رقم التصنيف فى هذا النظام يمكن أن يمتد بين (١٢) إلى (٣٠)  
 رقماً ، وأن الأرقام الاثنى عشر تكون ترميزاً عاماً يمكن أن يطبق لأى جزء مع إمكانية  
 استخدام (١٨) رقماً إضافياً لترميز البيانات الخاصة بالشركة والصناعة . وأدناه  
 خصائص الجزء المرمزة فى الأرقام الاثنى عشر فى هذا النظام :

الرقم (١) يمثل	الشكل الرئيسى
الرقمان (٢) و (٣)	عناصر الشكل
الرقم (٤)	موقع عناصر الشكل
الرقمان (٢) و (٦)	الأبعاد الأساسية
الرقم (٧)	نسبة البعد
الرقم (٨)	البعد الإضافى
الرقمان (٩) و (١٠)	رموز السماحات
الرقمان (١١) و (١٢)	رموز المواد

إن الميزة الأساسية لهذا النظام هى أن الأجزاء يمكن ترميزها باستخدام الحاسبة  
 بشكل تفاعلى ، فعند الحاجة إلى ترميز جزء جديد يتم ذلك بالإجابة عن (٧) أسئلة  
 توجهها الحاسبة بالنسبة للأجزاء البسيطة ، و(١٠-٢٠) سؤالاً بالنسبة للأجزاء الأكثر  
 تعقيداً ، وفى ضوء الإجابة عن الأسئلة تقوم الحاسبة بإعطاء الرقم الرمزى لذلك الجزء ،  
 وبهذا الشكل تكون الرموز وسيلة مهمة وفعالة فى تشكيل عوائل الأجزاء و المنتجات .

إن هذين النظامين بقدر ما يكشفان أهمية عملية الترميز ودورها الجوهرى فى  
 تكنولوجيا المجاميع - فهما أيضاً يكشفان الحاجة إلى تطوير نظام عام وشامل يمكن  
 أن يغطى الحاجات المختلفة لكل شركة صناعية .

### ثالثاً - تشكيل العوائل بطريقة تحليل تدفق الإنتاج :

لقد تم تطوير أسلوب تحليل تدفق الإنتاج من قبل (بييرج J.L.Burbidge) : حيث تعتمد الطريقة على تدفق الإنتاج فى تحديد عوائل الأجزاء ومجموعة الآلات المختلفة التى تستخدم فى كل عائلة بدلاً من استخدام نظام التصنيف والترميز ورسومات الأجزاء لتحديد العوائل . والأساس فى هذه الطريقة هو تجميع الأجزاء التى لها مسارات فنية متماثلة أو متشابهة معاً فى عائلة ، وبعدئذ يتم تشكيل خلايا آلات فى التنظيم الداخلى لتكنولوجيا المجاميع ، أى تكوين خلايا العمل التى هى مجموعة آلات مترابطة و مطلوبة لإنتاج عائلة الأجزاء فى تدفق فعال للإنتاج ، إن هذه الطريقة يمكن استخدامها باتباع الخطوات الآتية :

أ - جمع البيانات (Data Collection) : تتقرر هذه حسب نطاق الدراسة للحصول على البيانات الضرورية ، ويتحدد النطاق بالأجزاء التى يتم تحليلها ، والبيانات الضرورية الدنيا المطلوبة فى التحليل هى : رقم الجزء ، مسار الآلات (تعاقب العملية) لكل جزء ، وهذه يتم الحصول عليها من استمارات المسار الفنى (Route Sheets) ، كما تجمع البيانات الإضافية ، مثل : حجم الوجبة ، المعايير القياسية الزمنية ، معدل الإنتاج السنوى .

ب - تصنيف مسارات التشغيل (Sorting of Process Routing) : تتعلق بترتيب الأجزاء فى مجموعات حسب تماثل مسارات تشغيلها ، وفى حالة الدراسة الواسعة التى تغطى عدداً كبيراً من الأجزاء يتم ترميز البيانات المجمعة فى الخطوة الأولى فى بطاقات أو قوائم الحاسبة . إن طريقة التصنيف تستخدم هذه السعة و ترتيبها فى مجموعات أو حزم ؛ حيث إن كل حزمة تمثل مجموعة من الأجزاء ذات مسار تشغيلى متماثل .

ج - مخطط تحليل تدفق الإنتاج (PFA Chart) : إن العمليات المستخدمة فى كل حزمة تم التوصل إليها فى الخطوة السابقة تعرض بشكل بيانى على مخطط تحليل تدفق الإنتاج الذى يساعد فى دراسة البيانات المجمعة .

يلاحظ من الترتيب الأسمى فى الشكل رقم (٤-١٠-أ) أن الأجزاء كانت غير محددة المسارات ومتداخلة بطريقة لا تسمح بتكوين حزمة من الأجزاء ذات مسار متماثل .

باستخدام تحليل تدفق الإنتاج يمكن الحصول على بيانات عن مسارات إنتاج الأجزاء وتعاقبات التشغيل : حيث يساعد على تحديد المسارات الملائمة لكل حزمة أو عائلة من الأجزاء التي تتطلب نفس الآلات ونفس التعاقب أو ما هو قريب من ذلك والشكل رقم (٤-١٠ب) يوضح تكوين المسارات الملائمة والتي تظهر في الترتيب الجديد على هيئة كتل محددة بدون تداخل أو تقاطع . وإذا كان تحليل تدفق الإنتاج يقدم طريقة فعالة لتصنيف وتجميع الأجزاء المتشابهة أو المتقاربة وتحديد المسارات التشغيلية الملائمة : فإن مخطط تحليل تدفق الإنتاج يساعد على إظهار هذه البيانات المجمعة في كتل واضحة .

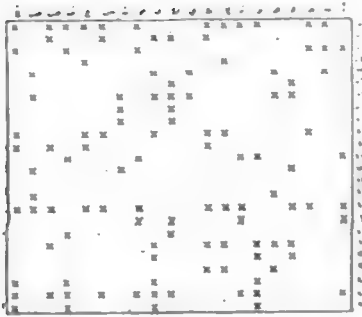
### الشكل رقم (٤-١٠) : مخطط تحليل تدفق الإنتاج

الترتيب الجديد - ب

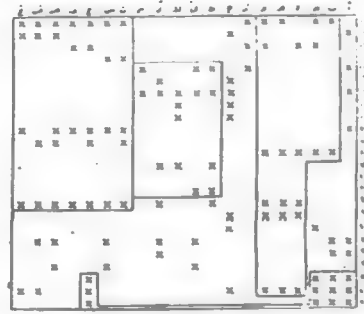
الترتيب الأصلي - أ

رمز تحديد الحزمة

رمز تحديد الحزمة



أرقام  
الآلات



أرقام  
الآلات

د - التحليل (Analysis) : هو الخطوة الصعبة والحرجة في الطريقة : لأنها تستلزم تحديد المجموعات المتشابهة من البيانات التي تم التوصل إليها في الخطوات السابقة ، وهذا يمكن أن يتحقق من خلال إعادة ترتيب البيانات على مخطط تحليل تدفق الإنتاج الأصلي لتكوين وإظهار الحزم ذات المسارات المتماثلة . ويوضح الشكل رقم (٤-١٠أ) مخطط (PFA) الأصلي ، وإن إعادة الترتيب لهذا المخطط تظهر في الشكل رقم (٤-١٠ب) فتظهر المجموعات ضمن الكتل المحددة في المخطط .

رابعاً - تشكيل العوائل بواسطة خصائص التصميم : يتم وفق هذا الأسلوب تحديد الأجزاء المشابهة من حيث الشكل والوظيفة بالاعتماد على خبرة القائمين بالتصميم مع الاستعانة بالرسوم الهندسية والأشكال لتوضيح التشابهات ما بين أجزاء العائلة الواحدة . بهذه الطريقة نخلص من الخطوة الأولى المتعلقة بإيجاد عوائل المنتجات والأجزاء .

(٢) حساب التحميل : في هذه الخطوة يتم تحديد مقدار العمل المطلوب لكل جزء ، ومن ثم تحديد عدد الآلات و العاملين حسب معدل الإنتاج السنوي من هذه الأجزاء ضمن العائلة الواحدة التي تستخدم خلية عمل واحدة ، وهكذا بالنسبة للعوائل كلها .

(٣) تعيين مجاميع العمل : يتم تحديد مجاميع العمل من العاملين في مختلف الأقسام في هذه الخطوة .

(٤) محاكاة العمل و تسجيل و معالجة النتائج : إن الخبرة المكتسبة محدودة : لذا تتم محاكاة أثر التشغيل قبل تركيب المجاميع بشكل نهائي : لتكون هذه الخطوة بمثابة تقييم لهذه الخطوات قبل التنفيذ .

#### ٤-٦- الأشكال الأساسية لنظم تصنيع تكنولوجيا المجاميع :

هناك ثلاثة أشكال أساسية مستخدمة في هذا المجال هي :

أولاً - مركز تكنولوجيا المجاميع (GT-Center) : في هذا الشكل يكون المصنع كله مرتباً وفق التنظيم الداخلي على أساس العملية ، باستثناء بعض العمليات أو الآلات أو الأفراد الذين يجمعون في مركز آلات لإنجاز العمليات المشتركة لعدد من الأجزاء ؟ بما يحقق الاقتصاد في الآلات وكلفة التهيئة و الإعداد والتدريب والعمل الإداري ، وهذا الشكل هو الأقرب إلى التنظيم الداخلي على أساس العملية من الأشكال الأخرى لتكنولوجيا المجاميع . انظر الشكل رقم (٤-١١) .

ثانياً - خلية تكنولوجيا المجاميع (GT-Cell) : هذا الشكل واسع الاستخدام : حيث إن خلايا (GT) عبارة عن مجموعة من الآلات (وأحياناً آلة واحدة ذات مهام متعددة مكونة خلية عمل) تقوم بإنجاز جميع العمليات المطلوبة لأجزاء معينة . و يلاحظ

أن بعض الأجزاء التي تنتج في هذه الخلايا تكون عالية الانسياب والكفاءة ، والبعض الآخر ليس كذلك : مما يعطى مرونة في العمليات ، ويؤدي إلى تدنى الكفاءة في هذا الشكل من تكنولوجيا المجاميع بالمقارنة مع الشكل الأخير .

**ثالثاً - خط تدفق تكنولوجيا المجاميع (GT-Flow Line) :** هذا الشكل هو الأقرب إلى التنظيم الداخلي على أساس المنتج : لأنه بمثابة تنظيم داخلي صغير على أساس المنتج ، وهو الأبعد عن التنظيم الداخلي على أساس العملية من الشكلين السابقين . والشكل رقم (١١-٤) يوضح موقع هذه الأشكال بين الشكلين الرئيسيين للتنظيم الداخلي على أساس المنتج والعملية . وهناك معلومات ضافية عن هذا الجانب في فصل تكنولوجيا الإنتاج .

#### الشكل رقم (١١-٤) : أشكال تكنولوجيا المجاميع

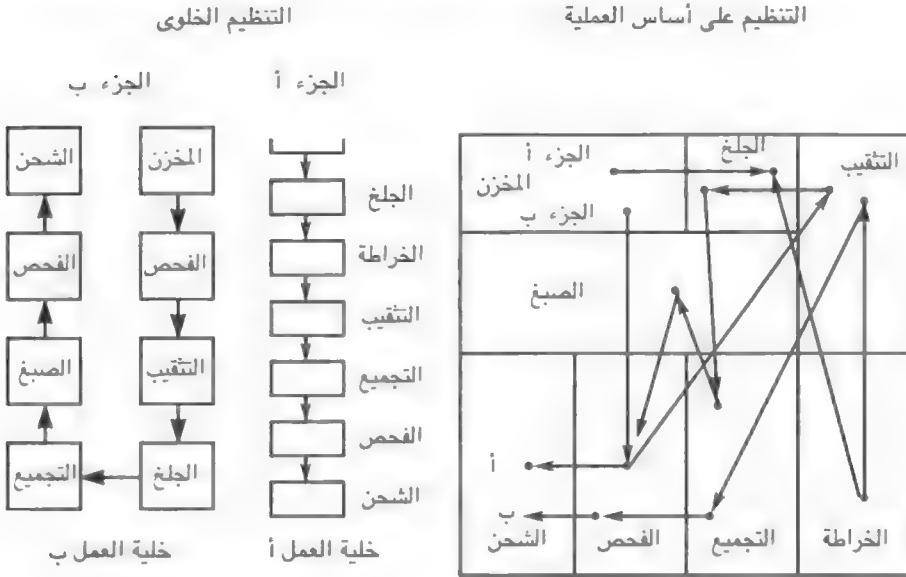


#### ٤-٧- تطبيقات تكنولوجيا المجاميع :

نقدم فيما يأتي بعض الأمثلة عن تطبيقات تكنولوجيا المجاميع :

\* مصنع قطع غيار للمعدات الثقيلة يتلقى طلبات لصنع أجزاء بكميات محدودة ، ولأن عدد الأجزاء المنتجة كبير : فقد اعتمد المصنع التنظيم الداخلي على أساس العملية ، وقد لاحظ مديرا الإنتاج مع الوقت أن هناك جزأين تزايد الطلب عليهما بشكل كبير : بما يسمح بتكوين خلايا عمل لإنتاجهما بانسيابية وكفاءة عالية ، ويوضح الشكل رقم (١٢-٤) التنظيم على أساس العملية والتنظيم الخلوي للجزأين .

### الشكل رقم (٤-١٢) : الانتقال من التنظيم حسب العملية إلى التنظيم الخلوي

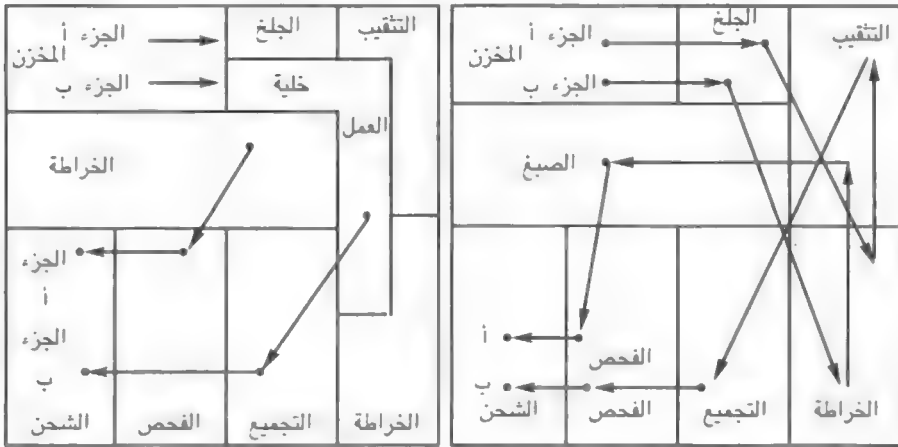


\* أحد المصانع يقوم بإنتاج عدد كبير من الأجزاء على مجموعة من الآلات المرتبطة على أساس العملية ، ومع الوقت و تغير بعض هذه الأجزاء : لاحظ مدير العمليات أن هناك ثلاث عمليات تتكرر بنفس التعاقب في المسارات الفنية لإنتاج عدد معين من الأجزاء . انظر الشكل رقم (٤-١٣) .

قرر هذا المصنع القيام بتكوين خلية من هذه العمليات الثلاث لتحقيق انسيابية عالية في الحالة الأولى ، واستخدام آلة جديدة (أو إنسان ألي) ذات أغراض متعددة تقوم بالعمليات الثلاث المتكررة بنفس التعاقب في الحالة الثانية ، والحالة الأخيرة تقترب من مركز تكنولوجيا الجامع أي مركز آلة منفردة . و الشكل رقم (٤-١٣) يوضح هذا التطبيق .



الشكل رقم (٤-١٣) : خلية العمل بثلاث عمليات



- نفس التعاقب في عمليات : الخلج - الخرطة -  
 للجزأين الخلج - الخرطة - التثقيب .  
 - خلية العمل ترتب بنفس التعاقب المطلوب

\* مصنع يقوم بعدد من عمليات المعالجة المختلفة (القطع ، الصقل ، التلميع ، التثقيب ، الخرطة ، الطرق) تكون مطلوبة لإنتاج مجموعة من الأجزاء ، وحيث إن بعض الأجزاء لها متطلبات معالجة متشابهة : فقد تم تجميعها في عوائل الأجزاء ، والجدول رقم (٤-١٤) يوضح وجود سبع عوائل للأجزاء .

الجدول رقم (٤-١٤) : الأجزاء وعوائل الأجزاء واحتياجات المعالجة

عائلة الجزء	الأجزاء	احتياجات المعالجة
١	أ ، و ، ل	القطع ، الصقل ، التلميع
٢	ج ، هـ ، س	القطع ، الصقل ، الطرق
٣	ب ، د ، ز	القطع ، الصقل ، التشكيل
٤	م ، ن	القطع ، الصقل ، التثقيب
٥	ح ، ك	التثقيب ، الخرطة
٦	ي	الخرطة ، الطرق
٧	ط	الطرق ، الخرطة ، التثقيب

يوضح الجدول رقم (٤-١٥) مخطط عمليات معالجة الأجزاء . إن عوائل الأجزاء السبعة يمكن استخدامها لتحديد سبع خلايا فى تكنولوجيا المجاميع ، فمثلاً الخلية الأولى تتكون من آلة القطع ، آلة الصقل ، وآلة التلميع ، والخلية الثانية تتألف من آلة القطع والصقل والطرق وهكذا .

إن تشكيل هذا العدد من الخلايا قد لا يكون خياراً جيداً إذا كانت الآلات مكلفة والموارد المتاحة غير كافية ، و لنفرض أن المصنع فى هذا المثال لديه آلتان فقط من كل نوع ، ففى هذه الحالة سيكون من غير الممكن إنشاء سبع خلايا فمن ملاحظة احتياجات المعالجة نجد أن أربع خلايا تتطلب آلات الصقل والقطع وهكذا .

لهذا نجد أن المصانع لا تعتمد فى بعض الأحيان على احتياجات المعالجة وخاصة فى الحالات التى تنقسم عوائل الأجزاء نفس خطوات أو عمليات المعالجة وليس بالضرورة كلها كما فى هذا المثال . والطريقة المتبعة لحل هذه المشكلة هى بالربط اللاحق لعوائل الأجزاء : حيث من الممكن تجميع القطع ، الصقل ، التلميع ، والطرق فى خلية واحدة ، وهذه الخلية تستطيع معالجة عوائل الجزء (١) و (٢) وبنفس الطريقة فإن عوائل الجزء (٣) و (٤) يمكن معالجتها من خلال خلية ثانية تتضمن القطع ، الصقل ، التشكيل ، والتثقيب . أخيراً فإن عوائل الجزء (٥) ، (٦) ، و (٧) يمكن معالجتها من قبل خلية تتألف من : الطرق ، الخراطة ، والتثقيب . وأن الجدول رقم (٤-١٥) يساعد فى تشكيل هذه الخلايا التى تم تحديدها فى الجدول رقم (٤-١٦) حيث يظهر فيه تشكيل الخلايا الثلاث التى تقوم بإنتاج جميع الأجزاء .

الجدول رقم (٤-١٥) : مخطط عمليات المعالجة للأجزاء

الجزء	القطع	الصقل	التلميع	الطرق	التشكيل	الخراطة	التقيب
أ	+	+	+				
ب	+	+			+		
ج	+	+		+			
د	+	+			+		
هـ	+	+		+			
و	+	+					
ز	+	+	+		+		
ح						+	+
ط				+		+	+
ى				+		+	
ك						+	+
ل	+	+	+				
م	+	+					+
ن	+	+					+
س	+	+		+			

إن عملية التجميع لعوائل الأجزاء بهذه الطريقة وفق التنظيم الداخلي الخلوى يرفع إلى الحد الأقصى استغلال الآلات الموجودة .

الجدول رقم (٤-١٦) : تجميع عوائل الأجزاء فى الخلايا

عائلة الجزء	الأجزاء	الخلية	العمليات
١	أ ، و ، ل	١	القطع ، الصقل ، التلميع
٢	ج ، ك ، س		الطرق
٣	ب ، د ، ز	٢	القطع ، التنقيب ، الصقل
٤	م ، ن		التشكيل
٥	ح ، ك	٢	الطرق ، الخراطة ، التنقيب
٦	ي		
٧	ط		

هناك معايير أخرى يمكن أن تستخدم فى تشكيل و تصميم خلايا العمل فى هذا التنظيم هى :

- أ - تخفيض عدد عوائل الأجزاء إلى الحد الأدنى .
- ب - الاهتمام بحجم الأجزاء على كل مجموعة من الآلات .
- ج - تهدئة انسياب العمل .
- د - الاهتمام بالتصميم المستقبلى للجزء و تغيرات التصميم .
- هـ - مرونة التنظيم الداخلى .
- و - التغيرات التكنولوجية المحتملة فى التشغيل .
- ز - توفر مهارات القوى العاملة .

٤-٨ - طرق تحديد موقع الأقسام فى التنظيم الداخلى :

إن اختيار التنظيم الداخلى يجعل المهمة اللاحقة التى يجب معالجتها تتمثل فى تحديد موقع الأقسام أو مراكز العمل أو العمليات بالعلاقة مع بعضها . وإذا كان التنظيم الداخلى على أساس المنتج يساعد على تحديد موقع العمليات بسهولة

بالاعتماد على تعاقب العمليات المطلوبة للمنتوج - فإن مواقع أقسام الإنتاج والصيانة والخدمات المساعدة والأقسام الإدارية والمحاسبية وغيرها فى التنظيم الداخلى على أساس المنتوج تتطلب الدراسة و التحليل للتوصل إلى الاختيار الأفضل لمواقع هذه الأقسام . أما فى التنظيم الداخلى على أساس العملية والموقع الثابت : فإن الحاجة تكون أكبر من أجل تحديد مواقع الأقسام ومراكز العمل ، بسبب تنوع المسارات والحركات المطلوبة المختلفة للمواد والعمال بين الأقسام ومراكز العمل : مما يستدعى تحليل هذه المسارات و الحركات للتوصل إلى أفضل ترتيب لها .

وفى ترتيب الأقسام ومراكز العمل فإن الافتراض المنطقى و المعيار الأساسى الذى يعتمد عليه فى اختيار الأقسام المتجاورة وغير المتجاورة يتمثل فى خفض مناولة المواد وحركة العمال : لهذا فإن مفهوم الأقسام المتجاورة يشير إلى الأقسام التى تكون بينها مناولة المواد وحركة العمال متكررة واسعة ، بينما الأقسام غير المتجاورة فتشير إلى تلك الأقسام التى تكون العلاقات بينها محدودة ومناولة المواد وحركة العمال بينها قليلة . وإن الطرق المستخدمة فى تحديد موقع الأقسام تعتمد هذا المعيار القائم على العناصر التالية : المسافات المقطوعة ، الحمولات المنقولة بين الأقسام ، عدد مرات نقل الحمولة أو حركة العمال بين الأقسام . وأخيراً درجة الأهمية النسبية للتجاور بين الأقسام . وتصنف طرق تحديد مواقع الأقسام فى التنظيم الداخلى إلى : الطرق الكمية والطرق النوعية .

## أولاً - الطرق الكمية :

إن الطرق الكمية فى ترتيب الأقسام ومراكز العمل تعتمد على العوامل القابلة للقياس ، كما هو الحال فى مسافة المناولة و مقدار الحمولة و عدد الحمولات : بما يجعل المواقع الأفضل للأقسام ومراكز العمل هى المواقع الاقتصادية التى تقلص حجم المناولة وكلفتها . و من الطرق الكمية المستخدمة على نطاق واسع فى هذا المجال الطريقة التجريبية أو طريقة المحاولة و الخطأ التى تقوم على تقييم الترتيب الأولى للأقسام ، ومن ثم تجريب خطط معدلة بشكل متكرر : حتى يتم التوصل إلى الترتيب الأفضل

للأقسام ، وليس بالضرورة إلى الترتيب الأمثل : لأن الطريقة التجريبية ليست من طرق الأمثلية ، ولأن هذه الطريقة مطولة و تتطلب حسابات مرهقة : فإن الحاسبة تستخدم فيها . ونعرض فيما يأتى طريقتين تدخلان ضمن الطرق التجريبية .

### (١) مقياس الحمولة – المسافة (Load-Distance Scale) :

هذه الطريقة تعتمد على معيار المسافة الكلية الأدنى فى اختيار الترتيب الأفضل للأقسام : حيث إن المسافة الكلية الأدنى هى دالة المسافة والحمولات بين الأقسام ، ويمكن التعبير عنها بالمعادلة الآتية :

$$\text{المسافة الكلية الأدنى} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} \cdot x_{ij}$$

حيث :

ن = العدد الكلى للأقسام .

ك ، ل = الأقسام المعنية .

م ك ل = المسافة بين القسم (ك) و القسم (ل) .

ح ك ل = الحمولة المنقولة (أو عدد النقلات) من القسم (ك) إلى القسم (ل) .

إن الخطوات الأساسية للطريقة هى :

أ - تحديد الترتيب الأولى لموقع الأقسام أو مراكز العمل ، فى حالة المصنع القائم فإن الترتيب الحالى للأقسام هو الترتيب الأولى ، وفى حالة المصنع الجديد يتم وضع الترتيب الأولى بشكل اختيارى .

ب - تحديد المسافات ما بين كل قسم والأقسام الأخرى .

ج- تحديد الحمولات المنقولة بين كل قسم والأقسام الأخرى .

د - تنظيم مصفوفة (من - إلى) بين الأقسام حسب ترتيب الأقسام والحمولات المنقولة بين كل زوج من الأقسام .

هـ- تطوير الخطط المعدلة و احتساب المسافة الكلية لهذه الخطط و مقارنتها مع المسافة الكلية للخطّة أو الترتيب الأولى ، والاستمرار بذلك حتى يتم التوصل إلى الخطّة الأفضل أو الأمثل ذات المسافة الكلية الأدنى ، والمثال (٤-١) يوضح استخدام هذه الطريقة .

#### مثال (٤-١) :

شهدت شركة البركة تغيرات كثيرة في حجم الإنتاج ونوع المنتجات في السنوات الثلاث الماضية ؛ لهذا قررت إدارة الشركة إعادة تقييم الترتيب الحالى لأقسام المصنع ، والشكل أدناه يوضح الترتيب الحالى الذى يتكون من (٧) أقسام منها ستة متساوية الحجم و الشكل ، وبعد الرجوع إلى الأقسام : تم الحصول على معلومات عن عدد النقلات بين الأقسام فى الأسبوع ، وعلى أساسها تم تنظيم مصفوفة (من - إلى) كما تظهر فى الجدول التالى .

و	د	ب	أ
ز	هـ	جـ	

مصفوفة (من - إلى) :

من	إلى	أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز
أ			٢		٩		١٠	٥
ب				١٠		٦		٨
جـ					٤		٢	
د							٥	٢
هـ								٢
و								
ز								

ولأسباب تتعلق بالبناء فإن القسم (أ) يجب أن يبقى فى موقعه الحالى .

المطلوب : تحديد الترتيب الأفضل لأقسام المصنع لتحقيق المسافة الكلية الأدنى باستخدام الطريقة التجريبية على افتراض استخدام الخطوط المستقيمة فى نقل الحمولات بين الأقسام ، وأن القسم (أ) يستطيع أن يتصل بالقسمين المجاورين بخط مستقيم مماثل لأى قسمين متجاورين آخرين .

الحل : مع الالتزام بموقع القسم (أ) فى مكانة الحالى ، فبالإمكان تطوير خطط معدلة يمكن أن تساهم فى تقليص المسافة الكلية بالمقارنة مع المسافة الكلية للترتيب الحالى لأقسام المصنع ، والشكل التالى يمثل خطتين معدلتين لترتيب أقسام المصنع .

خطتان معدلتان لترتيب أقسام المصنع

الخطة المعدلة (٢)

أ	و	ج	هـ
	د	ب	ز

الخطة المعدلة (١)

أ	و	ب	ج
	ز	د	هـ

نقوم باحتساب المسافات بين الأقسام ، ومن ثم مجموع المسافة المقطوعة بين كل زوج من الأقسام (المسافة مضروبة فى عدد التنقلات بين كل زوج من الأقسام) للتوصل إلى المسافة الكلية لكل خطة ترتيب . و يوضع الجدول التالى هذه الحسابات .



## احتساب المسافة الكلية

نوع الأقسام	عدد النقلات (ج)	الترتيب العالي		الخطة المعدلة (١)		الخطة المعدلة (٢)	
		المسافة (م)	ح x م	المسافة (١م)	ح x م	المسافة (٢م)	ح x م
أ - ب	٢	١	٢	٢	٤	٢	٤
أ - د	٩	٢	١٨	٢	١٨	١	٩
أ - و	١٠	٣	٣٠	١	١٠	١	١٠
أ - ز	٥	٣	١٥	١	٥	٣	١٥
ب - ج	١٠	١	١٠	١	١٠	١	١٠
ب - هـ	٦	٢	١٢	٢	١٢	٢	١٢
ب - ز	٨	٣	٢٤	٢	١٦	١	٨
ج - د	٤	٢	٨	٢	٨	٢	٨
ج - و	٣	٣	٩	٢	٦	١	٣
د - و	٥	١	٥	٢	١٠	١	٥
د - ز	٢	٢	٤	١	٢	٢	٤
هـ - ز	٣	١	٣	٢	٦	١	٣
المسافة الكلية		١٤٠		١٠٧		٩١	

يلاحظ أن الخطة المعدلة (١) قد حققت تحسناً في الترتيب بتخفيض المسافة الكلية بين الأقسام من (١٤٠) إلى (١٠٧) ، وأن الخطة المعدلة (٢) خفضت أيضاً هذه المسافة إلى (٩١) و هي الخطة الأفضل ، ومن الممكن القيام بتجريب خطط أخرى ، فإذا تم خفض المسافة الكلية إلى ما دون (٩١) : عندئذ تعتبر هي الخطة الأفضل .

## (٢) طريقة الكلفة الكلية الأدنى :

وفق هذه الطريقة فإن المواقع الإقتصادية للأقسام أو مراكز العمل يتم اختيارها على أساس وضع الأقسام (أو مراكز العمل) ذات التدفقات الكبيرة والمتكررة للمواد

قرب بعضها ، وهذا يؤدي إلى خفض كلفة هذه التدفقات : حيث إن هذه الكلفة هي دالة كلفة نقل الحمولات وعددها بين الأقسام ، وهذا ما يمكن التعبير عنه بالمعادلة الآتية :

$$\text{الكلفة الكلية الأدنى} = \text{مجم} \frac{\text{ن}}{\text{ك} = \text{ن}} \text{ع} \frac{\text{ن}}{\text{ك} = \text{ن}} \text{ف} \text{ك} \text{ل}$$

حيث ع ك ل = عدد الحمولات المنقولة من القسم (ك) إلى القسم (ل) .

ف ك ل = كلفة نقل الحمولة من القسم (ك) إلى القسم (ل) .

يلاحظ أن (ف ك ل) يربط بين المسافة و الحمولة بين الأقسام ، وهذا يفترض أن صعوبة الحركة بين جميع الأقسام متساوية ، وأن كلف التعجيل أو التباطؤ ثابتة ، ورغم أن هذه الشروط ليست هي شروط الحالة الواقعية دائماً إلا أن الطريقة تعتبر أداة مهمة و مساعدة في التوصل إلى الترتيب الأفضل لمواقع الأقسام .

لتطبيق هذه الطريقة : لناخذ المثال الآتي (المثال مقتبس من (هايزر وريندر (J.Hiezer and B.Render) ، حيث تقوم إدارة إحدى الشركات بترتيب (٦) أقسام مكونة لمصنع بطريقة تحقق أدنى كلفة لمناولة المواد بين الأقسام ، وقد اعتمدت الافتراض الأولى بأن كل قسم يكون (٢٠ x ٢٠ متراً) ، وأن هذه الأقسام تقام على مساحة مستطيلة (٦٠) متراً طولاً و (٤٠) متراً عرضاً .

إن خطوات هذه الطريقة تماثل الطريقة السابقة : لهذا لن نكرر عرضها ، ولنفترض أن الشركة بعد جمع المعلومات قامت بوضع مصفوفة (من- إلى) للحمولات المنقولة أسبوعياً كما تظهر في الجدول رقم (٤-١٧) ، وأن الترتيب الأولي المقترح للأقسام وحسب المساحة المحددة لكل قسم (٢٠ x ٢٠ متراً) كما يظهر في الجدول رقم (٤-١٨) .

إن الشركة تستخدم رافعة شوكية لنقل الحمولات بين الأقسام ، وكلفة نقل الحمولة بين الأقسام المجاورة هي دينار واحد ، وكلفة النقل بين الأقسام غير المتجاورة هي ديناران .

المطلوب : تحديد الترتيب الأفضل للأقسام الستة في المصنع الذي يحقق أدنى كلفة كلية .

الجدول رقم (٤-١٧) : مصفوفة (من - إلى) للأقسام الستة

من	إلى	١	٢	٣	٤	٥	٦
١			٥٠	١٠٠	-	-	٢٠
٢				٢٠	٥٠	١٠	-
٣					٢٠	-	١٠٠
٤						٥٠	-
٥							-
٦							

الجدول رقم (٤-١٨) : الترتيب الأولي للأقسام الستة

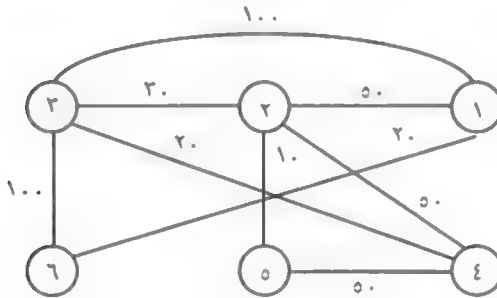
القسم (١)	القسم (٢)	القسم (٣)
القسم (٤)	القسم (٥)	القسم (٦)

م ٤٠

م ٦٠

يمكن تمثيل الترتيب الأولي للتدفقات بين الأقسام وعدد الحملات الأسبوعية في الشكل رقم (٤-١٩) :

الشكل رقم (٤-١٩) : تدفق الحملات بين الأقسام



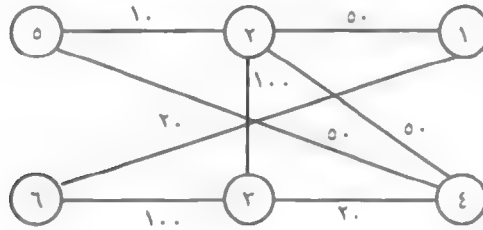
إن الكلفة الكلية لمناولة المواد (الحمولات) بين الأقسام وفق الترتيب الأولي يمكن احتسابها كالاتي :

زوج الأقسام	٢-١	٣-١	٦-١	٣-٢	٤-٢	٥-٢	٤-٣	٦-٣	٥-٤	المجموع
الكلفة	٥٠	٢٠٠	٤٠	٣٠	٥٠	١٠	٤٠	١٠٠	٥٠	٥٧٠ ديناراً

يلاحظ أن كلفة الحمولة في الأقسام المتجاورة هي نصف كلفة المناولة بين الأقسام غير المتجاورة ، وأن المتجاور يعني في هذا المثال كل الحالات ، بما في ذلك الخطوط القطرية بين الأقسام كما هو واضح مثلاً في القسمين (٢-٤) ، حيث الحمولة (٥٠) وكلفتها (٥٠ × ١ = ٥٠ ديناراً) .

باستخدام الطريقة التجريبية يمكن اقتراح خطط معدلة ، وذلك بتغيير مواقع بعض الأقسام بما يقلص الكلفة الكلية . و الخطة المعدلة تعتمد على تغيير القسم (٢) : ليكون في محل القسم (٥) و بالعكس . والشكل رقم (٤-٢٠) يوضح هذه الخطة .

الشكل رقم (٤-٢٠) : الخطة المعدلة لترتيب الأقسام الستة

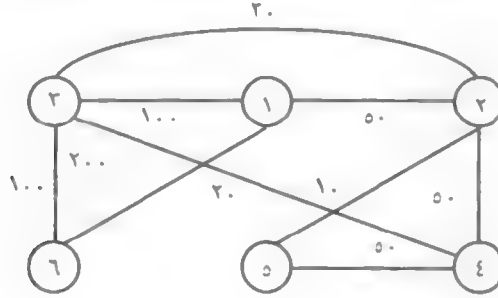


و يمكن احتساب كلفة الخطة المعدلة لترتيب الأقسام الستة كالاتي :

بإمكان تجريب خطة معدلة ثانية ، وذلك بوضع القسم (١) محل القسم (٢) وبالعكس كما في الشكل (٤-٢١) .

المجموع	٥-٤	٦-٣	٤-٣	٥-٢	٤-٢	٣-٢	٦-١	٣-١	٢-١	زوج الأقسام
٥٠٠ دينار	١٠٠	١٠٠	٢٠	١٠	٥٠	٣٠	٤٠	١٠٠	٥٠	الكلفة

الشكل رقم (٤-٢١) : الخطة المعدلة الثانية



إن كلفة الخطة المعدلة الثانية هي :

المجموع	٥-٤	٦-٣	٤-٣	٥-٢	٤-٢	٣-٢	٦-١	٣-١	٢-١	زوج الأقسام
٤٨٠ ديناراً	٥٠ +	١٠٠ +	٤٠ +	١٠ +	٥٠ +	٦٠ +	٢٠ +	١٠٠ +	٥٠	الكلفة

هذه الخطة تحقق اقتصاداً بكلفة المناولة الكلية مقداره (٩٠) ديناراً بالمقارنة مع الترتيب الأولى للأقسام ، و (٢٠) ديناراً بالمقارنة مع الخطة المعدلة الأولى ، وهي تمثل الخطة الأفضل . والشكل رقم (٤-٢٢) يوضح الترتيب الأفضل للأقسام الستة في المصنع .

و من الممكن إيجاد ترتيبات أخرى بتغيير مواقع الأقسام ، حيث هناك في حالة وجود (٦) أقسام (٧٢٠) ترتيباً ممكناً (لأن  $6! = 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$ ) ، وفي مشكلات التنظيم الداخلي من النادر الوصول إلى الترتيب الأمثل ، وربما يكون الحل المرضي والملائم مبرراً : لأنه يمكن التوصل إليه بوجود حمولات أقل .

الشكل رقم (٤-٢٢) : الترتيب الأفضل للأقسام الستة

القسم (٣)	القسم (١)	القسم (٢)
القسم (٦)	القسم (٥)	القسم (٤)

لقد طورت برامج حاسبة للمساعدة فى معالجة مثل هذه المشكلات ذات الترتيبات الكثيرة ، فمثلاً عندما يكون لدينا (٢٠) قسماً : فإن الترتيبات المحتملة تصل إلى أكثر من (٦٠٠) ترليون (أى مليون المليون) : مما يجعل استخدام الحاسبة مسألة ضرورية ، وهذا ما سنعالجه فى فقرة قادمة .

## ثانياً - الطرق النوعية :

إن الطرق الكمية كما أوضحنا تعتمد فى تحديد مواقع الأقسام على عوامل قابلة للقياس ، مثل : المسافة الكلية أو الكلفة الكلية الأدنى ، أما الطرق النوعية فإنها تعتمد على عوامل أخرى عادة ما تكون غير قابلة للقياس ، ويعتمد فيها على عوامل متباينة لاتجمعها وحدة القياس : حيث تكون بعض الأقسام قريبة من بعضها : لأن الإدارة تفضل ذلك والبعض الآخر لمقاسمة نفس المكان ، وأقسام أخرى لا يفضل اقترابها من بعض ، وفى مثل هذه الحالات تستخدم الطرق النوعية .

إن الخطوات الأساسية لهذه الطريقة تتمثل فى التالى :

- ١ - وضع القائمة بالأقسام مع تحديد العلاقات المحتملة بين الأقسام بما فى ذلك تفضيلات الإدارة لموقع الأقسام .
- ٢ - وضع مقياس للأهمية النسبية لقرب الأقسام بعضها من بعض .
- ٣ - تحديد سبب قرب الأقسام من بعضها .
- ٤ - وضع مخطط العلاقات الذى يمثل شكلاً حلزونياً لعلاقات الأقسام : مما يسهل فهم العلاقات بين الأقسام .

هـ - تقييم العلاقات و تحديد مواقع الأقسام حسب الأهمية النسبية ، وسبب القرب بين الأقسام كمناولة مواد بكميات كبيرة أو حركة العاملين فيما بينها .

إن المثال التالى يوضح استخدام هذه الطريقة .

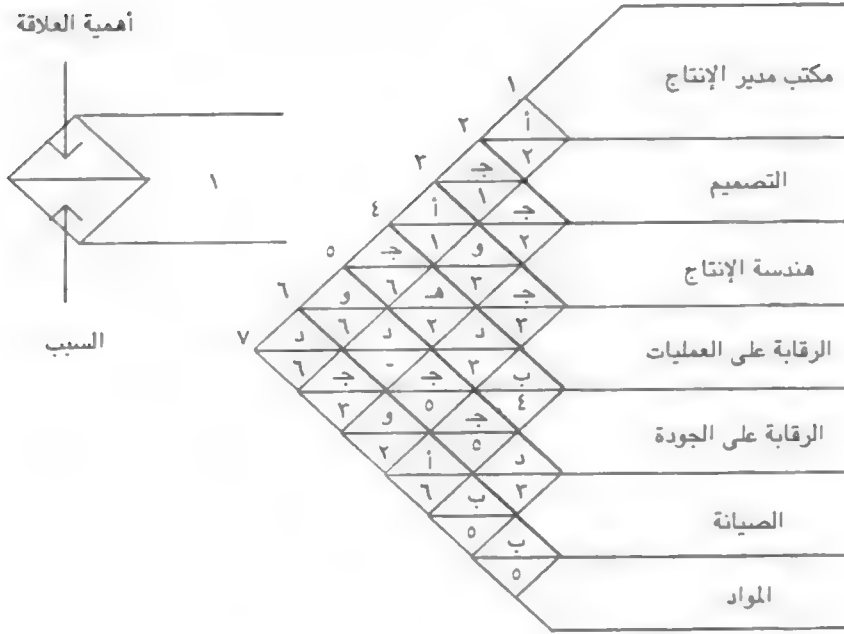
يقوم مدير الإنتاج بإعادة النظر فى ترتيب الأقسام الفنية فى المصنع فى ضوء خبرته فى علاقات هذه الأقسام به والعلاقات المتبادلة فيما بينها ، و قد حدد مقياساً للأهمية النسبية لقرب الأقسام الستة ومكتب مدير الإنتاج كما فى الجدول رقم (٤-٢٣-أ) وسبب قرب الأقسام من بعضها كما فى الجدول رقم (٤-٢٣-ب) .

#### الجدول رقم (٤-٢٣) : مقياس الأهمية النسبية وسبب القرب

(أ) مقياس الأهمية النسبية		(ب) سبب قرب الأقسام	
الرمز	تقييم القرب	الرمز	سبب القرب
أ	ضرورى بشكل مطلق	١	تكرار الاستخدام
ب	مهم جداً	٢	أهمية عالية للاتصال
ج	مهم	٣	استخدام معدات مشتركة
د	قرب اعتيادى	٤	مقاسمة نفس المكان
هـ	غير مهم	٥	استخدام سجلات مشتركة
و	ليس مرغوباً	٦	انسياب المعلومات

وبعد دراسة وتقييم العلاقات بين الأقسام وفى ضوء المناقشة مع الأقسام المعنية :  
تم تنظيم مخطط العلاقات بين الأقسام كما فى الشكل رقم (٤-٢٤) .

الشكل رقم (٤-٢٤) : مخطط العلاقات بين الأقسام



وكان الموقع المتاح لدى المصنع لهذه الأقسام كما مبين فى الشكل رقم (٤-٢٥) .

المطلوب : تحديد الترتيب الأفضل لهذه الأقسام بالاعتماد على الأهمية النسبية لقرب الأقسام .

الشكل رقم (٤-٢٥) : الموقع المتاح فى المصنع

(٣)	(٢)	(١)	
(٧)	(٦)	(٥)	(٤)



الحل :

يمكن تقييم علاقات القرب بين الأقسام بالاعتماد على مخطط العلاقات و استخدام الطريقة التجريبية . يمكن التوصل إلى الترتيب الأفضل الذى يلبي حاجات القرب وأسبابه . والشكل رقم (٤-٢٦) يمثل الترتيب الأفضل .

الشكل رقم (٤-٢٦) : الترتيب الأفضل للأقسام

هندسة الإنتاج	مدير الإنتاج	التصميم	
الصيانة	الرقابة على العمليات	الرقابة على الجودة	المواد

هل بالإمكان تحسين الترتيب المقترح فى ضوء المعلومات التى يوفرها محلل العلاقات .

#### ٤-٩-٤ استخدام الحاسبة فى التنظيم الداخلى :

إن استخدام الحاسبة فى التنظيم الداخلى يكون فى المرحلة الأخيرة ، أى فى مرحلة ترتيب مواقع الأقسام ، فمن الواضح أن التشكيلات الممكنة تتزايد بشكل كبير جداً مع تزايد عدد الأقسام : مما يجعل من غير الممكن تجريب جميع هذه الترتيبات أو التشكيلات الممكنة ، فمثلاً عند وجود (٦) أقسام : فإن هناك  $(6!) = ٧٢٠$  تشكيلاً ممكناً ، وإذا ما ازداد عدد الأقسام إلى (١٠) أقسام : فهذا يعنى أن هناك  $(10!) = ٣٦٢٨٨٨٠٠$  تشكيل ممكن ، ومثل هذا العدد من الترتيبات الممكنة للأقسام يوضح الصعوبة الكبيرة والجهود المرهقة والوقت الطويل المطلوب لتجريب هذا العدد واحتساب مساحته وكلفته الكلية من أجل اختيار الترتيب الأفضل للأقسام : لهذا يصبح استخدام الحاسبة مسألة ضرورية لقدرتها الفائقة على معالجة هذه المشكلة : حيث وصل عددها أكثر من (٨٠) برنامجاً فى الوقت الحاضر وأهم هذه البرامج هى :

- خوارزمية كرافت : أسلوب التخصيص النسبى للتسهيلات بالحاسبة

(Computerized Relative Allocation of Facilities Technique) .

- برنامج الديب : برنامج التصميم المؤتمت للتنظيم الداخلى (Automated Layout Design Program) .
- برنامج كورلاب : تخطيط علاقات التنظيم الداخلى بالحاسبة (Computerized Relationship Layout Planning) .
- برنامج بريب : رزمة إعادة التنظيم الداخلى و التقييم للمصنع (Plant Relay Layout and Evaluation Package) .

ونعرف فيما يأتى لأحد هذه البرامج و هو خوارزمية كرافت : نظراً لأهميتها وتمثيلها للفكرة الأساسية لهذه البرامج مع عرض موجز لبقية البرامج .

### أولاً - خوارزمية كرافت (CRAFT Algorithm) :

إن هذه الخوارزمية هي أداة تجريبية للتوصل إلى الترتيب الأفضل بمساعدة الحاسبة ، وقد تم تطويرها من قبل (أرمور و بوبا G.C.Armour and E.S.Buffa) فى عام ١٩٦٢ ، وهى لا تحقق بالضرورة الحل أو الترتيب الأمثل : لأن السمة الأساسية للخوارزميات التجريبية هو أنها تحقق الحل أو الترتيب المعقول الذى قد يتطلب التحسين اللاحق له جهوداً كبيرة غير مبررة اقتصادياً ، إن مدخلات كرافت تتمثل فى مصفوفة كلفة الحركة بين الأقسام ووجود خطة أولية للتنظيم الداخلى ، وهذه الخطة قد تكون هى الترتيب الحالى المعتمد فى المصنع ، وفى حالة المصنع الجديد يتم تحديد هذه الخطة اختيارياً ، كما أن هذه الخوارزمية تقوم على افتراضين هما أن الحركة بين الأقسام تكون بخطوط مستقيمة بين مراكز الأقسام ، واحتساب الكلفة لكل التشكيلات لأخذ الترتيب ذى الكلفة الأدنى : ليكون هو ترتيب البداية ومواصلة المبادلات ، وهكذا حتى يتم التوصل إلى الترتيب الأفضل من كل التشكيلات الممكنة .

ومن مزايا هذه الخوارزمية الحاسباتية هى قدرتها على حل مشكلات الترتيب فى حالة وجود (٤٠) قسماً أو مركز عمل ، وإمكانية استخدامه فى الشركات الصناعية وغير الصناعية ، فكما يشير (بوبا E.S.Buffa) نفسه فقد استخدمت فى شركات

السيارات والحاسبات والمصانع والإستديو والمستشفى : مما يجعل منه ذا استخدام واسع ، كما أن هناك ميزة أخرى تتمثل في إمكانية خفض عدد الترتيبات الممكنة كما هو في حالة عدم استخدام كل التشكيلات الممكنة ، وإنما باستخدام التشكيلات المحدودة للمبادلات البينية بين قسمين أو ثلاثة أقسام ، فمثلاً في حالة وجود (١٠) أقسام ؛ فإن التشكيلات الممكنة الكلية هي (١٠! = ٣٦٢٨٨٠٠) تشكيل ، وباستخدام المبادلات البينية بين اثنين من الأقسام ؛ فإن عدد التشكيلات سيكون في كل مرة (٤٥) تشكيلاً ، وهذا يمكن تفسيره بأن التخفيض مع (ن) من الأقسام ، وإذا كان (و) من الأقسام متبادلة بالموقع ؛ فإن مجموع التشكيلات الممكنة (م) في هذه الحالة يحسب وفق المعادلة الآتية :

$$\frac{n! (n-w)!}{w! (n-w)!} = \frac{n!}{w!} \dots\dots\dots (٣-٤)$$

و باستخدام المعادلة :

$$\frac{١٠!}{٢! (٨)!} = \frac{(١-٢)! ١٠!}{٢! (٢-١٠)!} = \frac{١٠!}{٢!}$$

$$٤٥ \text{ تشكيلاً} = \frac{٩!}{٢} = \frac{٨ \times ٩ \times ١٠!}{٢! (٨)!} = \frac{١٠!}{٢!}$$

وفي حالة استخدام المبادلات البينية بين ثلاثة أقسام ؛ فإن عدد التشكيلات الممكنة يكون :

$$\frac{(٢)! ١٠!}{٦! (٧)!} = \frac{(١-٣)! ١٠!}{٣! (٣-١٠)!} = \frac{١٠!}{٣!}$$

$$٢٤٠ \text{ تشكيلاً} = \frac{١٤٤!}{٦} = \frac{(٢)! ٧ \times ٨ \times ٩ \times ١٠!}{٦! (٧)!} =$$

كما يلاحظ سابقاً أن المبادلات البيئية يمكن أن تساهم فى التقليل الكبير فى عدد التشكيلات : حيث إن هذه المبادلات فى حالات كثيرة تكون مسألة واقعية كما هو الحال فى ترابط عدة أقسام مع بعضها بحيث إن موقعها من بعض يكون متبادلاً أو فى حالة تثبيت مواقع الأقسام لضرورة تعلق بالبناء أو التصميم أو التعاقب المنطقى للعمليات .

إن الخطوات الأساسية لخوارزمية (كرافت CRAFT) هو :

١- تحديد بيانات المدخلات (عدد الأقسام ، شكل البناء ، المسافات ، عدد النقلات) والترتيب الأولى للأقسام .

٢- احتساب أو تقدير كلفة المخرجات (العلاقة الخطية بين المسافة والكلفة) والمعلومات المرغوبة الأخرى .

٣- احتساب التشكيلات أو الترتيبات الممكنة واختيار أحد الترتيبات ذى الكلفة الأدنى .

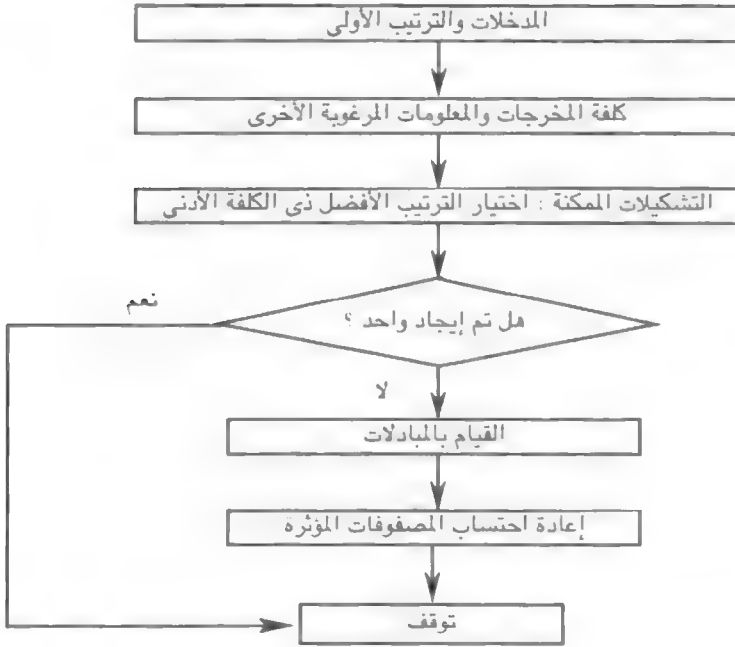
٤- فى حالة إيجاد الترتيب الأفضل يتم التوقف ، وفى حالة عدم ملائمة الترتيبات الممكنة المحسوبة يتم القيام بالمبادلات بين الأقسام .

٥- إعادة احتساب المصفوفات الخاصة بالمسافات و الكلف .

٦- إعادة الخطوتين (٢) و (٤) وهكذا .

٧- إن الشكل رقم (٤-٢٧) يوضح خطوات انسياب خوارزمية كرافت . وإن المثال التالى يوضح الجوانب العملية فى استخدامها فى حالة وجود ثلاثة أقسام وفى عمليات التجميع لثلاثة منتجات والمناولة فيما بينها .

الشكل رقم (٤-٢٧) : مخطط انسيابي لخوارزمية كرافت



مثال (٤-٢) :

شركة الهلال الصناعية لديها موقع ذو ثلاثة أقسام هي (ك ، ل ، ن) ، وكانت المسافة بينها بالأمطار كما مبين في الجدول التالي ، وقد استخدمت الشركة الموقع ثلاثة في (٢٠٢٠١) وكانت كلف النقل للمواد الأسبوعية لكل وحدة مسافة بين عمليات التجميع كما مبين في الجدول .

المسافة بين الأقسام وكلفتها

ب : كلفة مناولة المواد لوحدة المسافة (متر)

من \ إلى	١	٢	٣
١	-	٤٠	٩٠
٢	٣٠	-	٧٠
٣	٦٠	٥٠	-

أ : المسافة بالأمطار

من \ إلى	ك	ل	ن
ك	-	٢٥٠	٢٠٠
ل	١٥٠	-	١٨٠
ن	٢٠٠	١٢٠	-

وإذا كانت الشركة تعتمد الترتيب الحالي بأن يتم تجميع الجزء (١) في القسم (ك) ، و الجزء (٢) في القسم (ل) ، و الجزء (٣) في القسم (ن) ، ثم يتم نقله إلى الأقسام الأخرى . مع ملاحظة أن بالإمكان البدء بآى ترتيب آخر فى هذه الطريقة ، ويمكن احتساب الكلفة الأسبوعية لنقل الأجزاء بين الأقسام من الجدولين السابقين كما فى الجدول التالى .

كلفة مناولة المواد

من	إلى	ك ١	ل ٢	ن ٣
١		-	١٠٠٠٠	١٨٠٠٠
٢		٤٥٠٠	-	١٢٦٠٠
٣		١٢٠٠٠	٦٠٠٠	-

ويمكن حساب أرقام الجدول باستخدام المصفوفات كالاتى :

١٨٠٠٠	١٠٠٠٠	-		٩٠	٤٠	-		٢٠٠	٢٥٠	-
١٢٦٠٠	-	٤٥٠٠	=	٧٠	-	٣٠	X	١٨٠	-	١٥٠
-	٦٠٠٠	١٢٠٠٠		-	٥٠	٦٠		-	١٥	٢٠٠

الكلفة الكلية = ٦٣١٠٠ دينار .

وباستخدام كرافت فإننا نقوم بمبادلة مواقع العمليات ، ونبدأ بالعملية (١) : فتكون لدينا المبادلات الثلاث الآتية :

المبادلة الأولى : ك-١ ، ل-١ ، ن-٢ ، المبادلة الثانية : ك-٣ ، ل-٢ ، ن-١ ، المبادلة الثالثة : ك-١ ، ل-٣ ، ن-٢ . و من ثم احتساب الكلفة الكلية لكل من هذه المبادلات الثلاث : فنحصل على النتائج كما تظهر فى الجدول التالى .

## الكلفة الكلية للمبادلات

المبادلات	الأقسام			الكلفة الكلية
	ك	ل	ن	
الترتيب الحالي	١	٢	٣	٦٣١٠٠
المبادلة (١)	٢	١	٣	٦٠٩٠٠
المبادلة (٢)	٣	٢	١	٦٣٢٠٠
المبادلة (٣)	١	٣	٢	٦٢٩٠٠

من الجدول السابق نأخذ أفضل نتيجة (أدنى كلفة) ، وهي المبادلة الأولى بكلفة كلية (٦٠٩٠٠) دينار ؛ ليكون هو الترتيب الجديد ، ونستمر بإجراء المبادلات من جديد بأخذ التشكيلين المتبقين (لأن مجموع التشكيلات الممكنة هي ٣! = ٦ ، وقد حسبنا حتى الآن ٤ تشكيلات) ، والجدول يوضح حساب الكلفة الكلية لهما .

## الكلفة الكلية الباقية للمبادلات

المبادلات	الأقسام			الكلفة الكلية
	ك	ل	ن	
الترتيب الحالي	٢	١	٣	٦٠٩٠٠
المبادلة (٤)	٣	١	٢	٦٣٣٠٠
المبادلة (٥)	٢	٣	١	٦٠٦٠٠
المبادلة (٣)	١	٣	٢	٦٢٩٠٠

ويلاحظ أن الكلفة الكلية الأدنى تحقق في المبادلة (٥) وهي (٦٠٦٠٠) دينار ، وهذا الترتيب (ك-ل-ن) (٢-١-٣) يؤدي إلى اقتصاد بكلفة المناولة أسبوعياً مقداره (٦٣١٠٠-٦٠٦٠٠=٢٥٠٠ دينار) ، وتحقيق المزيد من الفائدة . نورد كيفية احتساب الكلفة الكلية للمبادلات الخمس كما في الجدول التالي .

المبادلات الخمس

المبادلة (١)

الكلفة الكلية =  $14000 + 7000$   
 $+ 10000 + 16200 + 6000$   
 $= 72000$  دينار .

	٣	٢	١	
ك	٧٠ X ٢٠٠	٣٠ X ٢٥٠	-	
ل	٩٠ X ١٨٠	-	٤٠ X ١٥٠	
ن	-	٦٠ X ١٢٠	٥٠ X ٢٠٠	

المبادلة (٢)

الكلفة الكلية =  $12000 + 12500$   
 $+ 18000 + 5400 + 10500 +$   
 $= 48000$  دينار .

	١	٢	٣	
ك	٦٠ X ٢٠٠	٥٠ X ٢٥٠	-	
ل	٣٠ X ١٨٠	-	٧٠ X ١٥٠	
ن	-	٤٠ X ١٢٠	٩٠ X ٢٠٠	

المبادلة (٣)

الكلفة الكلية =  $8000 + 22500$   
 $8400 + 6000 + 9000 + 9000$   
 $= 62900$  دينار .

	٢	٣	١	
ك	٤٠ X ٢٠٠	٩٠ X ٢٥٠	-	
ل	٥٠ X ١٨٠	-	٦٠ X ١٥٠	
ن	-	٧٠ X ١٢٠	٣٠ X ٢٠٠	

المبادلة (٤)

الكلفة الكلية =  $10000 + 15000$   
 $+ 14000 + 7200 + 13500 +$   
 $= 36000$  دينار .

	٢	١	٣	
ك	٥٠ X ٢٠٠	٦٠ X ٢٥٠	-	
ل	٤٠ X ١٨٠	-	٩٠ X ١٥٠	
ن	-	٣٠ X ١٢٠	٧٠ X ٢٠٠	

المبادلة (٥)

الكلفة الكلية =  $6000 + 17500$   
 $+ 8000 + 10800 + 7500$   
 $= 10800$  دينار .

	١	٣	٢	
ك	٣٠ X ٢٠٠	٧٠ X ٢٥٠	-	
ل	٦٠ X ١٨٠	-	٥٠ X ١٥٠	
ن	-	٩٠ X ١٢٠	٤٠ X ٢٠٠	



إن المثال السابق لا يتطلب حسابات كثيرة ومرهقة ، إلا أن ازدياد عدد الأقسام والعمليات يؤدي إلى تزايد سريع بدرجة كبيرة في عدد التشكيلات الممكنة : مما يجعل من غير الممكن يدوياً احتساب جميع هذه التشكيلات : لهذا فإن برنامج كرافت على الحاسبة يسهل هذه العمليات : حيث إنه مصمم لتحديد الترتيب الأفضل في حالة وجود (٤٠) قسماً : لهذا فإنه صالح للاستخدام في الشركات الصغيرة والمتوسطة والكبيرة ، إلا أن هذا لا يعنى أنه بدون عيوب أو ملاحظات تؤخذ عليه ، وبعض هذه الملاحظات ذات أهمية كبيرة ، ونورد فيما يأتى الملاحظات الأساسية على كرافت :

١- إن المسافات محسوبة بين مراكز الأقسام (نقطة في وسط القسم) ، وهذا غير واقعى خاصة إذا كانت مواقع الأقسام مستطيلة الشكل .

٢- إن أشكال الأقسام الناتجة قد لا تكون ملائمة للعمليات المطلوب إنجازها .

٣- إن التنقلات بين الأقسام كما تفترض خوارزمية كرافت يجب أن تكون محددة ومعلومة ، ولكن في ظروف الإنتاج حسب الطلب و تغير الإنتاج : فمن غير الممكن التحديد المسبق لهذه التنقلات .

٤- لأن الحد الأدنى لكلفة مناولة المواد اعتمد كدالة هدف : فإن أقسام الإنتاج فقط تؤخذ بالاعتبار عادة ، أما الأقسام الخدمية والمساعدة : فقد استبعدت لعدم وجود أى انسياب للإنتاج منها وإليها .

٥- لأن الترتيب الأولي للأقسام يكون مطلوباً : فإن كرافت تطبق فقط لتعديل التنظيم الداخلى الحالى الموجود ، أو لتخطيط التنظيمات الداخلية الجديدة : حيث يكون الشكل العام للتنظيم الداخلى معلوماً .

٦- إن كلفة مناولة المواد تحسب وفق علاقة خطية مع المسافات المنقولة ، ولكن في حالات عديدة قد تكون المسافة والعامل وخصائص المنتج تحدد طرق النقل وبالتالي كلفته .

٧- إن كرافت مصمم للتعامل مع (٤٠) قسماً ، وهذا يعنى عدم ملاعته عند وجود عدد أقسام أكبر من (٤) أقسام .

### ثانيا - برنامج كورلاب (CORELAP) :

هو برنامج تخطيط علاقات التنظيم الداخلى بالحاسبة ، وقد طوره فى عام ١٩٦٧م (لى و مور R.C.Lee and J.M.Moore) ، وهذا البرنامج يمكن أن يتعامل مع مصنع ذى (٤٥) قسماً ، ويقوم عمل البرنامج على أساس تحديد الجهة المستفيدة لحجوم الأقسام ونسبة الطول إلى العرض لهيكل البناء لتطوير التنظيم الداخلى ، وهناك خمسة مستويات لتقييم القرب بين الأقسام والبرنامج يسأل عن كل قسم لاحق ، ويدخل فى الترتيب لتحديد مستوى القرب بالعلاقة مع الأقسام الأخرى . و الواقع أن الفكرة الأساسية لهذا البرنامج لا تختلف كثيراً عن بقية البرامج ، وإن كان يختلف عن كرافت فى تقسيمات القرب حسب تفضيل الجهة المستفيدة .

### ثالثاً - برنامج الديب (ALDEP) :

هو برنامج التصميم الموقت للتنظيم الداخلى يمكن أن يتعامل مع مصنع ذى (٦٣) قسماً ، وقد تم تطويره عام ١٩٦٧م فى (IBM) من قبل (سيهوف و إيفان Seehef and Evans) ، وهذا البرنامج مثل كرافت يستخدم فقط المعيار الكمي فى مشكلات التنظيم الداخلى ، وأن مدخلاته تضم مصفوفة العلاقات و مجموعة القيود مثل : حجم البناء ، المواقع الثابتة للأقسام و بين السلم ... إلخ ، وهو يبدأ باختيار عشوائى لأحد الأقسام ووضعه فى خطة التنظيم الداخلى و البحث عن قسم أو أقسام ذات علاقة قوية به ، وتستمر العملية حتى الانتهاء من جميع الأقسام ، وهذا البرنامج يفيد فى التنظيمات الداخلية المتعددة صعوداً إلى (٣) طوابق .

### رابعاً - برنامج بريپ (PREP) :

هو رزمة إعادة التنظيم الداخلى والتقييم للمصنع ، ويمكن أن تتعامل مع مصنع ذى (٩٩) قسماً فى وقت واحد ، و يحلل الأبنية ذات الطوابق المتعددة فى حساباته على عدد الأقدام أو الأمتار المنقولة فعلياً بمعدات مناولة المواد بدلاً من المسافات المباشرة و المحددة بين مراكز الأقسام .

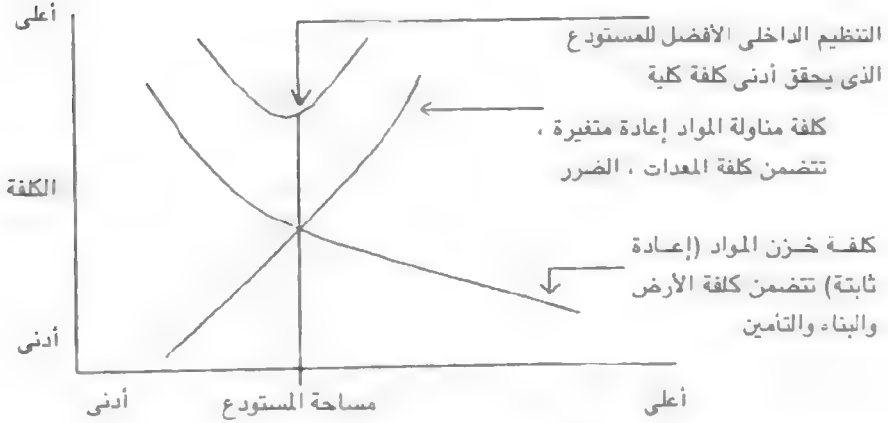
إن هذه البرامج وغيرها الكثير مفيدة فى معالجة مشكلات التنظيم الداخلى والتوصل إلى الترتيب الأفضل لأقسامه ، إلا أن كل واحد منها يتم بخصائص ومزايا تجعله أكثر فائدة فى حالات معينة ، ومن الضرورى الإشارة إلى أن هذه البرامج ثنائية الأبعاد ، والخبرة العملية تشير إلى أن (كرافت CRAFT) يحقق المعالجة الناجحة فى الحالات ذات البعدين ، وأن المعالجة الناجحة للحالات ذات الأبعاد الثلاثة يمكن تحقيقها من خلال برنامج (SPACE CRAFT) الذى تم تطويره لاحقاً .

#### ٤-١٠ - التنظيم الداخلى للمستودعات :

إن المستودعات والمخازن شأنها شأن المصانع بحاجة إلى ترشيد التنظيم الداخلى للمواد والأجزاء ؛ بما يحقق الهدف الأساسى للتنظيم الداخلى فيها وهو الكلفة الأدنى لمناولة المواد ، إلا أن العامل المهم الآخر الذى يجب مراعاته فى المستودعات يتمثل فى الحيز المكانى للمستودعات ، والواقع أن التنظيم الداخلى الجيد للمستودعات هو الذى يحقق المبادلة المثلى بين كلفة مناولة المواد وحيز المستودع ؛ فالإدارة تسعى إلى تحقيق الاستغلال الأفضل للحيز الكلى للمستودع مع المحافظة على أدنى كلفة مناولة للمواد ، والشكل رقم (٤-٢٨) يوضح المبادلة بين كلف مناولة المواد (وهى مجموع الكلف المتعلقة بالنقل عند الإدخال والإخراج للمواد وما يرتبط بذلك وهى كلفة متغيرة) وكلفة الخزن (وهى الكلفة التى ترتبط بالحيز مثل كلفة الأرض والبناء والتأمين وهى كلفة ثابتة — متناقصة مع ازدياد مساحة المستودع التى تسمح بمناولة أفضل : مما يخفض كلفة المناولة) .

إن الشكل رقم (٤-٢٨) يوضح أيضاً أن التنظيم الداخلى الأفضل للمستودع هو الذى يحقق أدنى كلفة كلية لكلا النوعين من الكلف وهذا يتحقق بيانياً .

جدول رقم (٤-٢٨) : مبادلة كلفة المناولة / الخزن



٤-١١ - التنظيم الداخلى فى الخدمات :

إن قطاع الخدمات هو قطاع المستقبل : حيث إن الشركات الخدمية أخذت بالتنوع والازدياد : مما يعنى أن الخدمات أخذت تستحوذ على أكبر نسبة من الاستثمار والقوى العاملة . وكذلك أكبر نسبة من المساهمة فى الناتج المحلى الإجمالى : لهذا فإن إدارة العمليات تولى عناية كبيرة بالشركات غير الصناعية ، وهى فى هذا المجال تحاول أن تستفيد من المفاهيم والطرق المستخدمة فى الشركات الصناعية من أجل تطبيقاتها فى الشركات غير الصناعية ، وهذا التوجه ينطبق على التنظيم الداخلى .

ويمكن القول إن التنظيم الداخلى الوظيفى (على أساس العملية) هو نمط التنظيم الداخلى المتبع فى الشركات الخدمية : ففى البنوك نجد أن أقساماً متخصصة بالحسابات الجارية ، الودائع ، الاستثمارات ، القروض طويلة الأمد أو قصيرة الأمد .. إلخ ، وفى المستشفيات نجد الحالة نفسها فى أقسام متخصصة : الباطنية ، أمراض القلب ، المفاصل و العظام ، العيون .... إلخ ، وهذا التنظيم قد ينسجم مع طبيعة الخدمات التى تقوم حسب حاجات الزبون ، إلا أن الكثير من الخدمات وبفعل الطلب الواسع قد جعل هذا النوع من التنظيم غير ملائم : فالخدمة السريعة مثل مطاعم الوجبات السريعة

وخدمة شركات الطيران فى المطارات تشبه الإنتاج الواسع - بحاجة إلى التنظيم الداخلى على أساس المنتج لضمان السرعة و الانسياب الكفاء فى تقديم الخدمة .

لهذا فإن الخدمات القياسية يمكن أن تمثل الخدمة الملائمة لاعتماد التنظيم الداخلى الخطى (على أساس المنتج) . وأن خط الكافيتيريا يمثل نموذجاً للتنظيم الداخلى على أساس المنتج لنوع من الخدمات القياسية و الشكل رقم (٤-٢٩) يوضح ذلك .

ومن الجدير بالذكر أن الشركات الصناعية أخذت تواجه نقداً متزايداً للتنظيم الداخلى على أساس المنتج : لأنه بقدر ما يتسم بعدم المرونة ، فإنه يبتعد عن الزبون وحاجاته المتميزة ، فى حين نجد أن الشركات الخدمية و التى تعاني تقليداً من ضعف الكفاءة بسبب صعوبة القياس و السيطرة على الخدمات التى تحتاج إلى اتصال مباشر بالزبون ، هذه الشركات أخذت تميل أكثر فأكثر : من أجل رفع الكفاءة إلى تحويل خدماتها إلى خدمات قياسية و تقديمها من خلال التنظيم الداخلى الخطى (أى على أساس المنتج) ، وهذا ما يجعل الفترة القادمة فترة مهمة فى إنضاج مفاهيم و نظرة جديدة فى مجال التنظيم الداخلى فى الخدمات .

الشكل رقم (٤-٢٩) : خط الكافيتيريا



#### ٤-١٢ - توازن الخط الإنتاجى :

يعتبر توازن الخط الإنتاجى من المشكلات الأساسية التى تواجه نظام الإنتاج المستمر ، وبالتالي التنظيم الداخلى على أساس المنتج ، وهذه المشكلة تبرز بسبب وجود عمليات إنتاج متعددة متباعدة فى أوقات إنجازها : مما يجعل تدفق المواد يواجه مشكلة الاختناق (Bottleneck) فى العمليات التى تتطلب وقتاً أطول لإنجازها ،

ومشكلة الوقت العاطل في العمليات التي تتطلب وقتاً أقصر لإنجازها نتيجة للتقسيم غير المتكافئ للعمليات أو المهام على مراكز العمل ؛ ولهذا يمكن تعريف توازن الخط بأنه عملية جعل الاختناق و الوقت العاطل بالحد الأدنى في الخط الإنتاجي كله ، كما قد يعرف أيضاً بأنه عملية ربط العمليات في أدنى عدد من مراكز العمل ؛ لكي يكون الوقت العاطل بالحد الأدنى في الخط كله .

إن معالجة توازن الخط يمكن أن تساعد على الإجابة عن أسئلة مهمة مثل : كم محطة أو مركز عمل يجب أن يكون في الصنع ؟ وكيف يجب تخصيص العمليات المطلوبة على مراكز العمل الموجودة ؟ و هل التدفق التشغيلي سيكون جيد التوازن ، أى يحقق الاستغلال الكامل للوقت الكلى لمراكز العمل مع أدنى وقت عاطل ؟ إن الإجابة عن هذه الأسئلة تعتمد على معدل المخرجات المطلوب و قيود الأسبقية و أوقات العمليات ، و لا شك في أن الهدف هو تحقيق التوازن الكامل ، حيث مراكز العمل بدون أى وقت عاطل ، و لكن هذه الحالة المثالية نادراً ما تحدث لأسباب عديدة سنتحدث عنها في فقرة لاحقة ؛ لهذا فإن المصانع تميل إلى تبني الحالة الواقعية الأفضل التي تحقق الترابط الملازم للعمليات لإنجازها وفق التعاقب الممكن و بأدنى وقت عاطل ، وفي هذه الحالة فإن الوقت العاطل في بعض مراكز العمل يمكن أن يستخدم لراحة العامل ولغرض الصيانة أو لتكوين مخزون مؤقت تحت التشغيل في بعض الأحيان ، وهناك طرق عديدة تستخدم لتحقيق توازن الخط الإنتاجي ، و نفرض فيما يأتي الطريقتين : الطريقة التجريبية (المحاولة والخطأ) ، طريقة الوزن الموضعى الترتيبي .

### أولاً - الطريقة التجريبية :

إن هذه الطريقة تعتمد على تقسيم الخط الإنتاجي إلى عمليات أو مهام و إعادة تجميعها في مراكز عمل ؛ حيث إن الوقت المطلوب لإنجاز العملية أو العمليات المجمعة في كل منها لا يتجاوز وقتاً محدداً يدعى وقت الدورة ، و يمكن أن نحرر الخطوات الأساسية لهذه الطريقة كالآتي :

١- تحديد العمليات المكونة للخط الإنتاجي و المطلوب لإنتاج المنتج .

٢- تحديد مقدار الوقت المطلوب لإنجاز كل عملية .

٢- تحديد علاقات الأسبقية لكل عملية ، أى تحديد ما هى العملية التى تنجز قبل أن تنجز عملية معينة .

٤- احتساب وقت الدورة المستهدف ، حيث يمكن احتساب وقت الدورة ( و د ) وفق المعادلة الآتية :

$$\text{ود} = \text{مج و} \backslash \text{ن} \dots\dots\dots (٤-٤)$$

حيث و د = وقت الدورة .

مج و ع = مجموع أوقات العمليات .

ن = العدد الصحيح لمراكز العمل .

كما يمكن احتساب وقت الدورة وفق المعادلة الآتية أيضاً :

$$\text{ود} = \text{م ج} \backslash \text{و ت} \dots\dots\dots (٥-٤)$$

حيث م ج = معدل المخرجات فى اليوم أو الأسبوع ... إلخ .

و ت = الوقت المتاح فى اليوم أو الأسبوع ..... إلخ .

٥- فى حالة عدم تحديد العدد المستهدف لمراكز العمل ، يمكن تحديد العدد الأدنى النظرى لمراكز العمل وفق الصيغة الآتية :

$$\text{ع (أدنى)} = \text{مج و} \backslash \text{ود} \dots\dots\dots (٦-٤)$$

حيث ن (أدنى) = العدد الأدنى النظرى لمراكز العمل .

٦- احتساب كفاءة التوازن أو نسبة استغلال الخط الإنتاجى وفق الصيغة الآتية :

$$\text{ك} (\%) = \frac{\text{مج و غ}}{\text{ود} \times \text{ن (أدنى)}} \dots\dots\dots (٧-٤)$$

حيث ك = كفاءة التوازن

و اعتماداً على المعادلة السابقة : يمكن احتساب نسبة الوقت العاطل كالاتى :

$$\text{وط} (\%) = ١ - \text{ك}$$

حيث و ط = الوقت العاطل الكلى فى الخط .

٧- تخصيص العمليات على مراكز العمل وفق قواعد تجريبية يمكن أن تقود إلى الحل الأفضل الذي حقق أدنى وقت عاطل . هناك طريقة بسيطة في عملية التخصيص هي اختيار العمليات بالتعاقب الذي تظهر فيه في الخط وجمعها في مراكز العمل مع مراعاة أن يكون وقت العمليات المجمعة في أي مركز عمل أقل من أو يساوي وقت الدورة ، و عند استنفاد وقت الدورة في مركز العمل الأول يتم الانتقال إلى مركز عمل لاحق ، وهكذا حتى تستنفذ كل التخصيصات ، وفي هذه العملية يمكن اتباع بعض القواعد التجريبية مثل :

- أ- اختيار العملية ذات الوقت الأكبر الذي يتلاءم مع وقت الدورة (الوقت المتاح لمركز العمل) .
- ب - اختيار العملية التي تعقبها عملية أو عمليات تتلاءم عند جمعها مع وقت الدورة .
- ج- اختيار العملية التي تسبقها عملية أو عمليات تتلاءم عند جمعه مع وقت الدورة .

وفي عملية التخصيص فإن وقت العملية الذي يكون أكبر من وقت الدورة يكون من الممكن استخدام مركزي عمل لمعالجة هذه الحالة ، وعندما يكون بعض العمليات ذات أوقات صغيرة جداً ؛ فمن الممكن جمع ثلاث عمليات أو أكثر في مركز عمل واحد . وفي بعض الحالات عندما لا تكون هناك أسباب فنية أو إنتاجية تمنع جمع العمليات ؛ فيكون ممكناً جمع عمليتين غير متعاقبتين في مركز عمل واحد ، وإن كانت مثل هذه الخطوة غير مفضلة .

و المثال (٤-٣) يوضح هذه الخطوات :

في الجدول التالي عمليات الخط الإنتاجي و أوقاتها و علاقات التعاقب بينها :

العملية	وقت العملية (دقيقة)	العملية التي تسبق
أ	١٠	-
ب	٢٣	أ
ج	٥	ب
د	٤	ب
هـ	١٢	أ
و	٣	ج ، د
ز	٧	و
ح	١١	هـ
ط	٣	ز ، ح

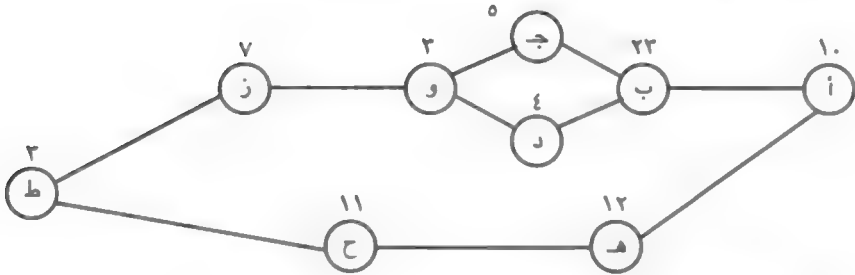


المطلوب :

- ١- رسم المخطط البياني لتعاقب العمليات .
- ٢- تحديد العدد النظري الأدنى لمراكز العمل إذا كان وقت الدورة (١٢) دقيقة و ملاءمة تخصيص العمليات على مراكز العمل .
- ٣- احتساب كفاءة التوازن (نسبة الاستغلال) و نسبة الوقت العاطل .

الحل :

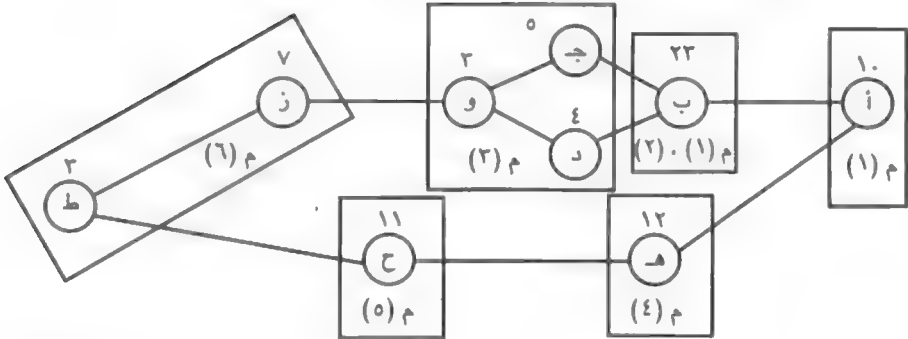
١- المخطط البياني لعلاقات الأسبقية .



٢- العدد النظري الأدنى لمراكز العمل ن (أدنى)

مجوع = (٧٨) دقيقة .

$$ن (أدنى) = \frac{٧٨}{١٢} = ٦,٥ = ٧ \text{ مراكز للعمل .}$$



٢- كفاءة التوازن (ك) :

$$\frac{٧٨}{٧ \times ١٢} = \frac{\text{مجوع}}{\text{ود} \times \text{ن (أدنى)}} = \text{ك}$$

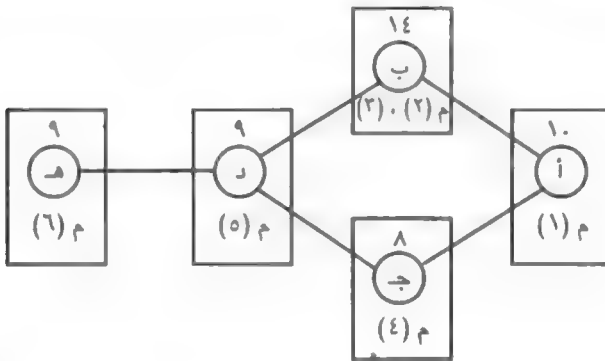
$$\frac{٧٨}{٨٤} = ٠,٩٢٨ = ٩٢,٨\%$$

$$\text{وط} = ١ - ٠,٩٢٨ = ٠,٠٧٢ = ٧,٢\%$$

من المفيد الإشارة إلى بعض الحالات التي يمكن أن تظهر في توازن الخط و هي :

١- في بعض الحالات و لأسباب فنية أو إنتاجية يكون من غير الممكن جمع بعض العمليات معاً ، ومثل هذا الشرط يجب مراعاته عند تخصيص العمليات و توزيعها على مراكز العمل .

٢- في بعض الحالات يكون من غير الممكن عملياً الالتزام بالعدد النظري الأدنى لمراكز العمل بسبب الشروط التي توضع على تخصيص العمليات على مراكز العمل ، أو لأن أوقات العمليات لا تسمح بذلك . فلو افترضنا أن لدينا (٥) عمليات كما مبين في المخطط البياني للتعاقب ، و كان وقت الدورة (١٠) دقائق . في هذه الحالة نجد أن العدد النظري الأدنى يساوي (١٠ \ ٥٠ = ٥ مراكز عمل) ، في حين أن العدد الفعلي المطلوب هو (٥) مراكز عمل ؛ لهذا فإن الكفاءة النظرية القصوى تختلف عن الكفاءة الفعلية للتوازن حيث إن :

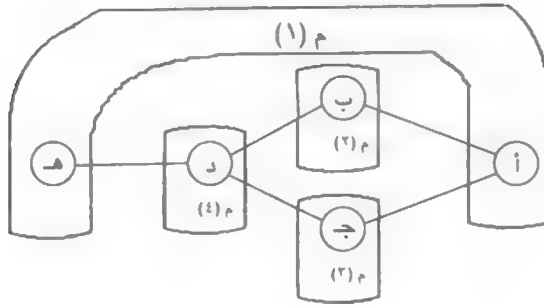


الكفاءة النظرية القصوى =  $\frac{50}{5 \times 100} = 1$  أو ١٠٠٪ (غير ممكنة لعدم ملاعة أوقات العملية) .

الكفاءة الفعلية للتوازن =  $50 \div 6 \times 10 = 83$  ، أو ٨٣ ٪ .

عند محاولة التخصيص نجد أن الحاجة عملياً إلى (٦) مراكز عمل وليس إلى (٥) كما هو محدد نظرياً ، و يلاحظ أيضاً أن العملية (ب) أخذت مركزى عمل ؛ لأن وقت العملية يتجاوز وقت الدورة ، ومن الواضح أن هذه الحالة تؤدي إلى خفض كفاءة التوازن و زيادة نسبة الوقت العاطل فى الخط .

٢- فى بعض الحالات يكون ممكناً جمع عمليتين غير متعاقبتين فى مركز عمل واحد ، وقد يعود هذا إلى استخدام آلة متعددة الأغراض أو عامل متعدد المهارات ، وعند ملاعة شكل التنظيم الداخلى كما فى التنظيم على شكل دائرى أو شكل حرف (U) ؛ مما يساعد على ذلك و يرفع كفاءة التوازن فى الخط و المخطط البيانى للتعاقب التالى يوضح ذلك .



ثانياً : طريقة الوزن الموضعى الترتيبى (Ranked Positional Weight Method) :

هذه أيضاً من الطرق التجريبية التى تساعد على تحقيق التوازن الأفضل وليس الأمثل ، وخطوات الطريقة هى :

الخطوة الأولى : تحديد الوزن الموضعى لكل عملية ؛ حيث الوزن الموضعى هو عبارة عن وقت العملية مضافاً إلى أوقات العمليات التى تتبعه .

الخطوة الثانية : إعادة ترتيب العمليات بشكل تنازلي حسب أوزانها الموضعية .  
الخطوة الثالثة : تحديد وقت الدورة .

الخطوة الرابعة : تخصيص العمليات على مراكز العمل حسب الوقت الموضعي الأعلى ؛ حيث تضاف الأوقات الموضعية إلى بعضها ؛ حتى يستنفذ وقت الدورة في مركز العمل مع المحافظة على محدد الأسبقية ؛ ليتم الانتقال إلى مركز عمل لاحق حتى تستفيد كل العمليات . و المثال (٤-٤) يطبق هذه الطريقة .

مثال (٤-٤) :

استخدم بيانات المثال السابق (٢-٤) لتحديد العدد الأدنى لمراكز العمل وتخصيص العمليات عليها .

الحل :

العملية	أ	ب	ب	ج	د	هـ	و	ز	ح	ط
وقت العملية	١٠	١٢	١١	٥	٤	١٢	٣	٧	١١	٣
الوزن الموضعي	٧٨	٦٨	٥٦	٤٥	٤٠	٣٦	٢٤	٢١	١٤	٣
العملية التي تسبق	-	أ	أ	ب	ب	أ	ج، د	و	هـ	ز، ح

احتساب العدد الأدنى لمراكز العمل :

مراكز العمل	العملية	الوقت	الوقت العاطل
١	أ	١٠	٢
٢	ب	١٢	صفر
٣	ب	١١	١
٤	ج، د، و	١٢	صفر
٥	هـ	١٢	صفر
٦	ح	١١	١
٧	ز، ط	١٠	٢
المجموع		٧٨	٦

يلاحظ أن العدد الأدنى المطلوب من مراكز العمل وفق هذه الطريقة هو نفس العدد المطلوب وفق الطريقة التجريبية السابقة ، و نفس الوقت العاطل .

إضافة إلى هاتين الطريقتين هناك طرق وأساليب تجريبية عديدة أخرى يمكن استخدامها فى تخصيص العمليات على مراكز العمل و من هذه الطرق : الأسلوب التجريبى (لكيلبريج و وستر Kilbridge and Wester's Heuristics) و الأسلوب التجريبى (لـتونك Tong's Heuristics) ، والأسلوب التجريبى لـاركوس (Arcus's Heuristics) ، والأسلوبان الأخيران من الأنظمة الخبيرة القائمة على استخدام الذكاء الصناعى للتوصل إلى التخصيص الملائم للعمليات على مراكز العمل الموجودة .

#### ٤-١٢ - التوازن الكامل للخط الإنتاجى :

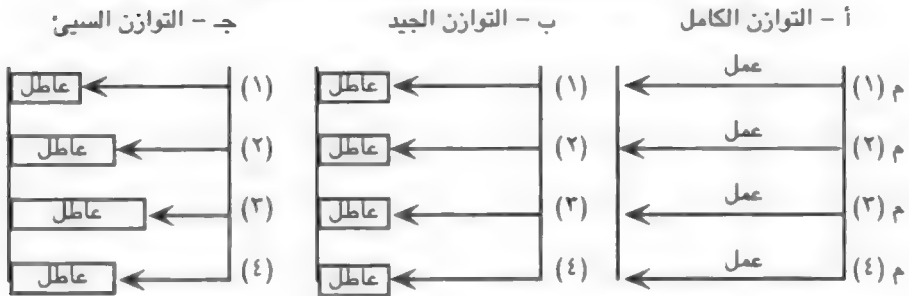
كما أشرنا إلى أنه من غير الممكن فى أكثر الأحيان تحقيق التوازن الكامل و ذلك للأسباب الآتية :

- أ- من النادر أن تتساوى أوقات العمليات المطلوبة فى الخط .
- ب- عدم القدرة على تحقيق حزم العمليات أو المهام التى لها نفس الفترة الزمنية ، أى حتى عند محاولة جمع العمليات فى حزم لا تكون متساوية فى الفترة لى تحقق التوازن الكامل .
- ج- فى بعض الأحيان يكون من غير المجدى ربط بعض العمليات فى مركز عمل واحد لتباين طبيعة العمليات ومتطلبات الآلات أو لوجود قيود الأسبقية ؛ مما يمنع تحقيق التوازن الكامل وربما الجيد .

إن الوقت العاطل فى أى مركز عمل يعنى أن هناك توقفاً فى العمل وسعة غير مستغلة ؛ لهذا نجد أن التوازن الكامل يكون هو الهدف الأخير للقائمين بالتصميم للآلات أو لمراكز العمل ، فعندما تكون الآلات المستخدمة التى تحدد الوقت غير متوازنة يتم اللجوء إلى إعادة تصميم الآلات ، و كذلك إلى استخدام أنظمة الإنتاج كاملة الأتمتة التى تمكن من تحقيق التوازن الكامل ، إلا أن تدخل الجهد البشرى يجعل التوازن صعباً بفعل عوامل عديدة كتباين المهارة ، التباطؤ و التعجيل ، التعب ، وأخطاء العامل ؛

لهذا كله نجد أنه فى الحالات الكثيرة تتم مراعاة هذه العوامل ، و يكون التوازن الجيد والفعال هو الذى يحقق الاستغلال و تحميل مراكز العمل بنسبة (٩٠٪) ، و دون ذلك التوازن الرديء ، و الشكل رقم (٢٠-٤) يوضح ثلاث حالات :

#### الشكل رقم (٢٠-٤) : حالات التوازن



#### ٤-١٤ - التنظيم الداخلى فى التجربة اليابانية :

لقد أكدت التجربة اليابانية قدرة فائقة على معالجة مشكلات التنظيم الداخلى و تحقيق المزايا المتعددة المرتبطة به ، فإذا كان المدخل التقليدى فى هذا المجال يميل إلى ترجيح تفكير خط الإنتاج الذى يقوم على أفضلية التنظيم الداخلى الخطى (على أساس المنتج) من أجل تحقيق ميزة الكلفة الأدنى للوحدة ، والتي يمكن أن تعوض فى جذب الزبون خسارة ميزة أخرى هى المرونة فى الإنتاج - فإن المدخل اليابانى يقوم على ترجيح تفكير خط الزبون الذى يقترب من الزبون و حاجاته ، و لكن دون خسارة المزايا الأخرى فى الكلفة والاعتمادية فى الإنتاج ، و ذلك من خلال الاعتماد على التنظيم الداخلى الخلقى و تكنولوجيا المجاميع التى تساعد على الجمع بين مزايا النوعين التقليديين للتنظيم الداخلى على أساس المنتج و العملية ، و مما يساعد على تحقيق هذه المزايا النوعان التقليديان للتنظيم الداخلى على أساس المنتج و العملية ، و مما يساعد على تحقيق هذه المزايا نظام إنتاج الوقت المحدد الذى يعمل فى ظروف المخزون الصفرى أو المخزون الأدنى و المناولة الأقل للمواد و الحيز الأدنى لموقع الإنتاج و غيرها مما سنعرض له فى الفصل الحادى عشر .

يمكن أن نشير إلى الخصائص الأساسية للتجربة اليابانية فى مجال التنظيم الداخلى للمصنع وهى كالاتى :

١- إن اليابانيين يميلون إلى اختيار التنظيم الداخلى الذى يحقق مزايا الكفاءة (الانسياب الفعال) و التنوع من خلال التنظيم الخلقى ، فمن خلال خلية الإنتاج يتم إنتاج عائلة منتجات بانسيابية عالية تماثل التنظيم الداخلى الخطى أو على أساس المنتج ، وهذا ما يجعل اليابانيين و من خلال نظام إنتاج الوقت المحدد (JIT) - فعالين فى تحويل نظام الإنتاج حسب الطلب التقليدى إلى نظام تصنيع عالمى المستوى . وقد أشار (شرويدر R.G.Schroeder) إلى أن اليابانيين الذين يميلون إلى التنظيم الداخلى المدمج والأكثر كفاءة ، ويستخدمون تلك المكان المطلوب فى المصنع الأمريكى أو الأوروبى .

٢- إن اليابانيين يميلون إلى اختيار التنظيم الداخلى على شكل دائرة صغيرة ، أو ما يدعى خلية مطاردة الأرنب أو خلية على شكل حرف (U) أكثر من استخدام الخطوط المستقيمة فى التنظيم الداخلى . وهذه الأشكال بقدر ما تساهم بتقليص عدد العمال ؛ فإنها تستخدم نمط العمال متعددى المهارات الذين يشغلون قسماً أكبر من داخل الدائرة أو حرف (U) ، وأنها أيضاً وبفعل الثقافة اليابانية التى تشجع استخدام فريق العمل - تجعل العمال ذوى دور أكبر فى معالجة العطلات والمشكلات التى توقف الخط الإنتاجى .

٣- إن كفاءة الخط الإنتاجى تتمثل فى القدرة على استغلال الخط الإنتاجى ، واليابانيون يحققون ذلك من خلال التأثير على وقت الدورة والوقت المسموح لبقاء العمل أو المادة الأولية فى مركز العمل ، و تحسينه لزيادة معدل المخرجات . وكذلك من خلال تكرار إعادة توازن الخط ، وهذا ما تسمح به إستراتيجية التصنيع المتحرك اليابانية التى تقوم على سهولة حركة الآلات وإعادة تنظيمها ، و كما يشير (كراجيوسكى ورتزمان J.Krajewski and B.Ritzman) ، فإن هذه الإستراتيجية تمكن اليابانيين من إعادة توازن الخطوط حوالى (١٢) مرة فى السنة مقابل (٣) مرات فى المتوسط فى الولايات المتحدة .

## الأسئلة :

- ١- ما نوع التنظيم الداخلى الذى يستخدم :
  - أ - آلات ذات أغراض عامة .
  - ب - آلات ذات أغراض متخصصة .
- ٢- قارن بين أنواع التنظيم الداخلى من حيث : كلفة الوحدة ، تنوع المنتجات ، الكلفة الثابتة ، نقطة التعادل .
- ٣- ما هى الأسباب المؤدية إلى الانتقال من :
  - أ- التنظيم الداخلى على أساس المنتج إلى التنظيم الداخلى على أساس العملية .
  - ب - التنظيم الداخلى على أساس العملية إلى التنظيم الداخلى على أساس المنتج .
  - ج - التنظيم الداخلى على أساس العملية إلى تكنولوجيا المجاميع و التنظيم الداخلى الخلوى .
- ٤- ما هى أشكال تكنولوجيا المجاميع ؟ قارن بينها على أساس الكفاءة و تنوع المنتجات .
- ٥- ماذا نعنى بالمصطلحات الآتية :
  - أ- عائلة المنتجات .
  - ب- نظام أوبتز (Optiz System) .
  - ج- خلية الإنتاج .
  - د- نظام الترميز للأجزاء .
- ٦- ما هى الأسباب المؤدية إلى استخدام الحاسبة فى مشكلات التنظيم الداخلى ؟
- ٧- ماذا نعنى بما يأتى :
  - أ - خوارزمية كرافت (CRAFT Algorithm) .
  - ب - برنامج كورلاب (CORELAP) .
  - ج - برنامج الديب (ALDEP) .



- ٨- فى التنظيم الداخلى للمستودعات يمكن الاعتماد على المبادلة المتلى بين كلفة المناولة للمواد و حيز المستودع ، وضع كيف يتم ذلك .
- ٩- هل من الممكن اعتماد التنظيم الداخلى الخطى (على أساس المنتج) على الخدمة المقدمة للمسافرين فى المطار ؟
- ١٠- لماذا لا يعتبر توازن الخط الإنتاجى مشكلة مهمة فى التنظيم الداخلى على أساس العملية ؟
- ١١- ما هى النتائج الناجمة عن عدم توازن الخط ، وكيف يمكن الاستفادة من الوقت العاطل فى مراكز العمل ؟
- ١٢- ما هى خصائص التجربة اليابانية فى مجال التنظيم الداخلى ، وكيف يمكن الجمع بين الكلفة المنخفضة و تنوع المنتجات فى التنظيم الداخلى فى هذه التجربة ؟

## التمارين :

- ١- توفرت لدى أحد المختصين بالتنظيم الداخلي البيانات الآتية عن أنماط الإنتاج .  
المطلوب احتساب الأرباح الكلية و نقطة التعادل لكل منها و رسم ذلك بيانياً :

الأنماط	الكلفة الثابتة (دينار)	الكلفة المتغيرة الوحدة (دينار)	حجم المخرجات المطلوب	سعر الوحدة (دينار)
المواقع الثابتة	٣٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠	١٥٠٠
على أساس العملية	٥٠٠٠	٣٠	٣٠٠٠	٦٠
على أساس المنتج	٢٠٠٠٠	٥	٣٠٠٠٠	١٥

- ٢- يقوم أحد المصانع بإنتاج (٦) عوائل منتجات تتطلب (٦) خلايا إنتاجية كما مبين في الجدول التالي . و قد قررت إدارة المصنع إعادة تقييم و تجميع عوائل المنتجات في خلايا إنتاجية بهدف تحسين استخدام الموارد المتاحة ، كيف يمكن مساعدة الإدارة في تقليص خلايا الإنتاج المستخدمة ؟

عائلة الجزء	الأجزاء	خلايا الإنتاج (العمليات)
١-س	أ - ب - ج	١ع - ٢ع - ٣ع
٢-س	د - و - ز	٤ع - ٥ع - ٦ع
٣-س	ح - ك - ل	٧ع - ٨ع - ٩ع
٤-س	م - ي - ط	١٠ع - ١١ع
٥-س	ف - ق	١٢ع - ١٣ع
٦-س	ر - س	١٤ع - ١٥ع

- ٣- في الشكل التالي يظهر التنظيم الحالي لإحدى الورش :

القسم (١)	القسم (٢)	القسم (٣)	القسم (٤)
القسم (٥)	القسم (٦)	القسم (٧)	القسم (٨)

بعد جمع البيانات من سجلات الأقسام تم تنظيم مصفوفة المناولة للمواد (من - إلى) كما في الجدول التالي (الأرقام : ألف وحدة) :

من إلى	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
١	-	٩	٦		٨	١٠		
٢	٧	-						
٣		٦	-					
٤				-	٨	٣		
٥	٧			١٤	-			١
٦						-		
٧	٢		١				-	١٠
٨								-

وكانت الكلفة المقدرة لكل وحدة من المادة / وحدة مسافة بين الأقسام المجاورة (٠.٥) دينار والأقسام غير المتجاورة (٠.٨) دينار .

المطلوب : ما هو الترتيب المقترح الذي يمكن أن يحقق أدنى كلفة كلية ؟

٤- شركة (ألفا) أرادت بعد استخدام أحد المختصين بالتنظيم الداخلي - أن تقوم بتطوير التنظيم الداخلي لأقسامها ، وبعد المناقشة مع المختص اقترح استخدام طريقة (CRAFT Method) في إعادة التنظيم . وقد توفرت البيانات الآتية عن مناولة المواد كما في الجدول (أ) ، وكانت الشركة تستخدم ثلاثة أقسام (أ ، ب ، ج) مع كلف تدفق شهرية كما في الجدول (ب) .

المطلوب تحديد التنظيم الأفضل ذي الكلفة الأدنى .

الجدول (ب)

من إلى	أ	ب	ج
أ	-	١٠	٨
ب	٥	-	٦
ج	٤	٧	-

الجدول (أ)

من إلى	أ	ب	ج
أ	-	٨٠	٣٠
ب	٦٠	-	٥٠
ج	٤٠	٢٠	-

هـ- فى الجدول التالى العمليات المكونة للخط الإنتاجى وأوقاتها وعلاقات التعاقب بينها ، وكان وقت الدورة (١٥) ثانية .

العملية	وقت العملية (ثانية)	العملية التى تسبق
أ	٧	-
ب	٨	أ
ج	٥	أ
د	٤	أ
هـ	٦	د
و	٨	ج ، هـ
ز	٢٨	ب
ح	٧	و ، ز

المطلوب :

أ- تطوير المخطط البيانى لعلاقات الأسبقية والتعاقب .

ب- تحديد العدد النظرى الأدنى لمراكز العمل .

ج- احتساب كفاءة التوازن و نسبة الوقت العاطل .

د- وضح هل يتغير العدد الأدنى لمراكز العمل إذا كان لأسباب إنتاجية لا يمكن جمع العمليات (ج) (د) (هـ) فى مركز عمل واحد ، و ماهى كفاءة التوازن النظرية والفعلية فى هذه الحالة ؟

هـ- استخدم البيانات فى المثال السابق ، و حدد العدد الأدنى لمحطات العمل باستخدام طريقة الوزن الموضعى الترتيبى .

## المراجع :

- ١- بيدا ستار لفته نظام تكنولوجيا الجامعات و أثر تنفيذه في تخفيض الوقت و كلفة العمل المباشر رسالة ماجستير غير منشورة كلية الإدارة و الاقتصاد ، جامعة بغداد ، بغداد ١٩٩٢ .
- 2-E.Adam.,Jr.and R.J.Ebert , Production and Operations Management, Printice-Hall of India Private Lmd New Delhi.1993 .
- 3-E.S.Buffa, Modern Production /Operations Management , John-Willy And Sons, New York , 1983 .
- 4-J.B.Dilworth , Production and Operations Management , McGrow - Hill Publishing Co. New York ,1989.
- 5-G.A.B.Edwards , Reading In Group Technology , Machinery , Publishing Co. London,1971.
- 6-R.L.Francis, et al., Facility Layout and Location: An Analytical Approach , Printice-Hall,Englewood Cliffs, New Jersey,1992.
- 7-M.P.Groover , Automation Production Systems and Computer Integrated Manufacturing , Printice-Hall International , Inc , Englewood Cliffs New Jersey 1987 .
- 8-J.Hiezer and B.Render , Production and Operations Management , Allan and Bacon , Inc Boston .1988.
- 9- K.Hitomi , Manufacturing System Engineering , Taylor and Francis Ltd London 1977 .
- 10-J.Krajewski and B.Ritzman ,Operations Management :Strategy and Analysis , Addison - Wesley Publishing Co. New York , 1989 .
- 11-R.G.Schroeder , Operations Management : Decision Making in the Operations Function, Mcgrow - Hill Book Co, New York , 1989 .
- 12-M.k.Starr, Managing Production and Operations, Printice- Hall Inc . New Jersey 1989.
- 13-W.J.Stevenson , Production / Operations Management , Richard D. Irwin, 1996.
- 14-N. Slack et al., Operations Management , Pitman Publishing , London, 1998 .
- 15-R.J.Tersine , Production and Operations Management , North Holland . 1980.
- 16 -C.D.J.Waters , An Introduction to Operations Management , Addison-Wesley Publishers.1991.

## الفصل الخامس : التنبؤ (تقدير الطلب)

- ١-٥ - المدخل .
- ٢-٥ - أنماط التغير فى الطلب .
- ٣-٥ - الدقة والكلفة فى التنبؤ .
- ٤-٥ - أساليب التنبؤ .
- أولاً : الأساليب النوعية .
- (١) آراء وتقديرات المديرين .
- (٢) تقديرات رجال البيع .
- (٣) مسوحات الزبائن وبحوث الأسواق .
- (٤) طريقة دلفى .
- (٥) السيناريو .
- ثانياً : الأساليب الكمية .
- (١) الطريقة البيانية .
- (٢) أسلوب نصفى السلسلة .
- (٣) المتوسطات المتحركة .
- (٤) المتوسط المتحرك المرجح .
- (٥) أسلوب المربعات الصغرى أو الانحدار البسيط .
- (٦) التهديئة الأسية البسيطة .
- ٥-٥ - المقارنة بين المتوسط المتحرك والتهديئة الأسية .
- ٦-٥ - التنبؤ بالطلب الموسمى .
- ٧-٥ - التنبؤ البؤرى .
- ٨-٥ - اختيار الأسلوب الملائم للتنبؤ .
- ٩-٥ - أخطاء التنبؤ .
- ١٠-٥ - التنبؤ بمساندة الحاسبة .
- الأسئلة .
- التمارين .
- المراجع .



## ٥-١- المدخل :

لقد احتاج الإنسان على الدوام إلى التنبؤ بأحداث المستقبل ؛ وذلك لأن خبرته بالماضى أكدت له على أن المعرفة المبكرة بالمستقبل يمكن أن توفر له فرصة أفضل للاستعداد لهذه الأحداث المستقبلية ؛ لهذا نجد أن المجتمعات فى الماضى كانت حافلة بالذين يقومون بالفن الأسود لقراءة الكف وأخبار الحظ السعيد وأعمال التنجيم ، وغير ذلك الكثير من الأساليب التى تعتبر اليوم بدون أساس علمى ، إلا أنها كانت تلبى حاجة مهمة من حاجات الإنسان فى الاطلاع على المستقبل والاستعداد له . ولكن مع التطور وتقدم خبرة الإنسان واستخدامه للأساليب الكمية المتقدمة أصبح التنبؤ أداة فعالة أكثر علمية ودقة فى توقع الأحداث المستقبلية ؛ مما ساعد على زيادة استعداد الأفراد ، وكذلك الشركات للتغيرات المتوقعة فى المجالات المختلفة ، ومنها التغيرات فى السوق وحجم ونمط الطلب على المنتجات .

إن التنبؤ هو فن وعلم التوقع بالأحداث المستقبلية ، وهو فن ؛ لأن الخبرة والحدس والتقدير الإدارى له دور فى التنبؤ وفى اختيار الأسلوب الملائم فى التنبؤ ، وهو علم ؛ لأنه يستخدم الأساليب والطرق الموضوعية الرياضية والإحصائية فى التنبؤ ؛ مما يرفع من درجة الدقة ويقلص من التحيز .

والتنبؤ بالطلب (أو تقدير المبيعات) ضرورى فى الشركات المختلفة ، ويمكن أن نميز حاجة الشركات إلى التنبؤ فى حالتين :

**أولاً - الشركات فى طور الإنشاء :** رغم أن هذه الشركات لا تمتلك بيانات تاريخية عن حجم الطلب ونمطه فى الفترة الماضية ، إلا أنها تقوم بالتنبؤ الذى على أساسه يتم تحديد حجم المصنع ونمط الإنتاج والتنظيم الداخلى وغيرها ؛ لهذا نجد أن هذه الشركات تستعين بأساليب عديدة لتحقيق دقة أكبر فى التنبؤ مثل القيام بمسوحات وبحوث السوق ، الاستفادة من البيانات التاريخية للشركات المشابهة ، العقود التى يمكن أن تحصل عليها من الشركات التى ترتبط معها بعلاقات خلفية (باتجاه المواد الأولية) وأمامية (باتجاه التوزيع) ، دراسة تجارب الشركات التى دخلت السوق بمنتجات لم يكن لها نظير فى السابق ، الاستعانة بخبرة رجال المبيعات والموزعين فى



سوق المنتج ، والدراسة التحليلية للظروف الاقتصادية والاجتماعية كالسكان ، الاستثمارات ، ومستوى المعيشة فى البلد .

**ثانياً - الشركات فى طور التشغيل والإنتاج :** تملك هذه الشركات قاعدة بيانات عن الفترة الماضية تكون أساساً جيداً لدقة التنبؤ عن الأحداث المتوقعة فى المستقبل .

ورغم أن معرفة الماضى ليست كافية لمعرفة المستقبل من خلال التنبؤ ، إلا أن هذا لا يلغى أهمية التنبؤ ؛ لأن الشركات بدون التنبؤ سوف تتعامل مع المجهول وعدم التأكد المطلق ، وهذا ما لا تستطيع القيام به الشركات الحديثة ، خاصة وأن الخبرة المتراكمة الواسعة فى مجال التنبؤ والتطور فى أساليبه جعلت من الممكن تحسين درجة الدقة فى هذه التنبؤات بالاستناد إلى خبرة وبيانات الفترة الماضية .

لابد من التأكيد على أن التنبؤ يستند إلى البيانات الماضية أو الخبرة الماضية ؛ لهذا فإنه ليس عملاً عشوائياً أو عملاً من أعمال (الرجم بالغيب) ، أو التخمينات غير الواقعية ، أو الأمانى التى لا تستند إلى الواقع وخبرته . ولكن التنبؤ بالمقابل لا يعنى ولا يفترض أيضاً المطابقة بين النتائج والأحداث المتوقعة والأحداث الفعلية ، وأن قدراً معيناً من الخطأ (انحراف التنبؤ عن الطلب الفعلى) يمكن أن يحدث ، وأن الدقة المطلقة لا يمكن أن تتحقق فى التنبؤ ، وإذا ما أصبحت مثل هذه الدقة هدفاً كحالة افتراضية ؛ فإنها لابد أن تعنى جهداً فائقاً وكلفة عالية جداً لا يمكن تبريرها من الناحية الاقتصادية . وفى ضوء ما تقدم يمكن أن نشير فيما يلى إلى السمات العامة للتنبؤ :

أولاً : إن أساليب وطرق التنبؤ عموماً تفترض أن العوامل الأساسية الموجودة فى الماضى سوف تستمر فى المستقبل ، وهذا ما يمثل ميل الظواهر إلى أن تتكرر فى المستقبل .

ثانياً : إن التنبؤات نادراً ما تكون كاملة ؛ فالنتائج الفعلية عادة ما تختلف عن القيم المقدرة أو المتنبى بها ، وإن عدم القدرة على التنبؤ بدقة يعود إلى تعدد وكثرة المتغيرات المؤثرة أو إلى تأثير العوامل العشوائية ؛ لهذا يتم وضع حدود تفاوت ومدى انحراف لأخذ هذه العوامل بالاعتبار .

ثالثاً : إن التنبؤات لمجموعة من المفردات أو المنتجات تميل إلى أن تكون أكثر دقة من التنبؤ بمفردة واحدة أو منتج واحد ؛ وذلك لأن أخطاء التنبؤ للمفردات أو المنتجات المتعددة تتسم بآثر الإزالة ؛ حيث إن الخطأ السالب فى التنبؤ لمنتج معين يزيل الخطأ الموجب لمنتج ثانٍ .

رابعاً : تنخفض دقة التنبؤ كلما كان الأفق الزمنى للتنبؤ طويلاً ، وعموماً التنبؤات قصيرة الأمد أدق من التنبؤات طويلة الأمد ؛ لأن الأولى تكون أقل عرضة لعدم التأكد من الثانية .

خامساً : إن البيانات التاريخية التى تشكل السلاسل الزمنية عادة ما تأخذ شكلاً معيناً يدعى نمط التغير ، وأن معرفة هذا الأخير يساعد على تحقيق التنبؤات الأكثر دقة . أما البيانات التاريخية التى تتسم بنمط التغير غير الثابت والمستقر بما يؤدي إلى إخفاء وعدم وضوح النمط ؛ فإنها لا تساعد على تحقيق التنبؤات الدقيقة وتكون أخطاء التنبؤ فيها كبيرة .

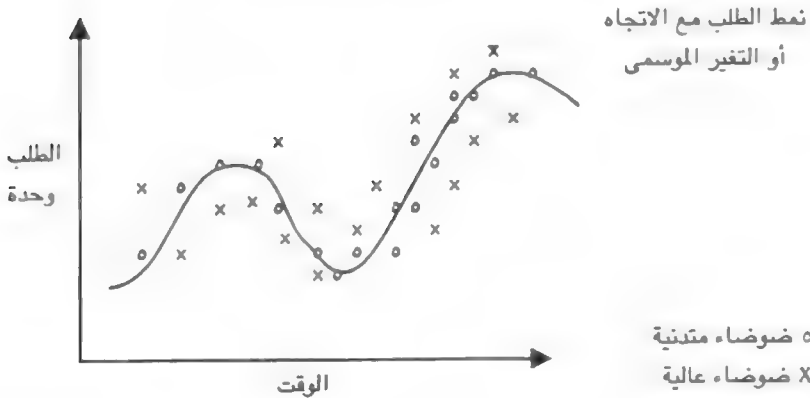
من هذه السمات يمكن أن نلاحظ أن هناك أهمية كبيرة للبيانات وفى نفس الوقت أهمية كبيرة لنماذج التنبؤ الذى يمكن أن تعطى نتائج أكثر دقة واقترباً من النتائج الفعلية ، وإذا كانت الإدارة تستطيع أن تقدم البيانات الملائمة والمطلوبة من أجل التنبؤ ؛ فإن القائم بالتنبؤ عليه أن يختار ويقدم النموذج الملائم للتنبؤ فى ضوء هذه البيانات .

وإذا كان التنبؤ يقدم توقعات لوصف وفهم المستقبل ؛ فإنه بهذا يختلف عن التخطيط ؛ وذلك لأن التنبؤ هو أسلوب ذو سمة فنية ، فى حين أن التخطيط وظيفة إدارية من وظائف المدير . والتنبؤ ذو بعد أكثر حياداً وموضوعية ؛ لأنه يصف ما نعتقد أنه سيحدث فى المستقبل ، فى حين أن التخطيط يتعامل مع ما نعتقد أنه يجب أن يحدث فى المستقبل ، أى أن التخطيط يحاول أن يؤثر فيما نتوقعه حسب أهداف الشركة ؛ لهذا فإن التخطيط يمثل عملية تحكمية اختيارية تستهدف التأثير من خلال إمكانات وسياسات الشركة فى الأحداث ؛ لتكون متوافقة مع أهداف الشركة ، وهذا هو مضمون عبارة (بيتر در كر P.F.Drucker) بأن أفضل وسيلة للتنبؤ هو أن تصنعها بنفسك .

## ٥-٢- أنماط التغير في الطلب :

إن البيانات التي يتم تسجيلها بشكل منتظم لفترة زمنية معينة تشكل سلسلة زمنية ، وإن نمط الطلب هو الشكل العام للسلاسل الزمنية . وعند التمثيل البياني للبيانات الممثلة للنمط نجد أن بعض نقاط البيانات لا تقع على منحنى النمط ، إلا أن جميع البيانات تميل إلى الاقتراب منه وتتجمع كنقاط متعقّدة حول النمط . ويستخدم عادة مصطلح الضوضاء لوصف ذلك ؛ فالضوضاء المنخفضة تعني أن كل أو أغلب النقاط قريبة من النمط ، بينما الضوضاء العالية تعني أن بعض النقاط تقع بعيداً نسبياً عن النمط . ويوضح الشكل رقم (٥-١) كلا النوعين من الضوضاء . ولا بد من التأكيد على أن الضوضاء في أنماط الطلب يمكن أن تعمل على إخفاء النمط ؛ مما يؤدي إلى صعوبة التنبؤ حتى مع استخدام الحاسبة ؛ فتكون النتيجة هي أخطاء التنبؤ . كما أن المحللين يستخدمون مصطلح استقرار الطلب لوصف ميل السلاسل الزمنية للمحافظة على النمط العام عبر الوقت ، وهذا يساعد على زيادة دقة التنبؤ ؛ لأن التنبؤ بالطلب يكون أسهل في حالة الطلب ذي النمط المستقر بالمقارنة مع الطلب غير المستقر .

الشكل رقم (٥-١) : الضوضاء في الطلب



إن نمط الطلب بوصفه الشكل العام للسلسلة الزمنية قد يكون ثابتاً ، وموسمياً أو اتجاهياً أو ما هو مشترك من هذه الأنماط ، ويمكن تحديد أنماط التغير في بيانات السلاسل الزمنية المتعلقة بالطلب كالآتى :

**أولاً - النمط الأفقى (A Horizontal Pattern) :** يوجد حيث لا يكون هناك اتجاه تصاعدى أو تنازلى فى البيانات أو التغيرات ، إنما تغيرات عشوائية تبقى الطلب عند مستوى ثابت أو شبه ثابت ، وأن التغير العشوائى يكون محدداً بما لا يظهر اتجاهًا نحو التصاعد أو التنازل فى الطلب .

**ثانياً - النمط الموسمى (A Seasonal Pattern) :** يشير إلى التذبذبات المتكررة فى الطلب سنوياً والتي قد تكون بفعل الجو ، التقاليد ، والعوامل الأخرى . وهذا النمط من التغير فى الطلب يظهر لأسباب تتعلق بتعامل الشركة مع أنماط معينة من المواد الأولية والمنتجات ذات السمة الموسمية .

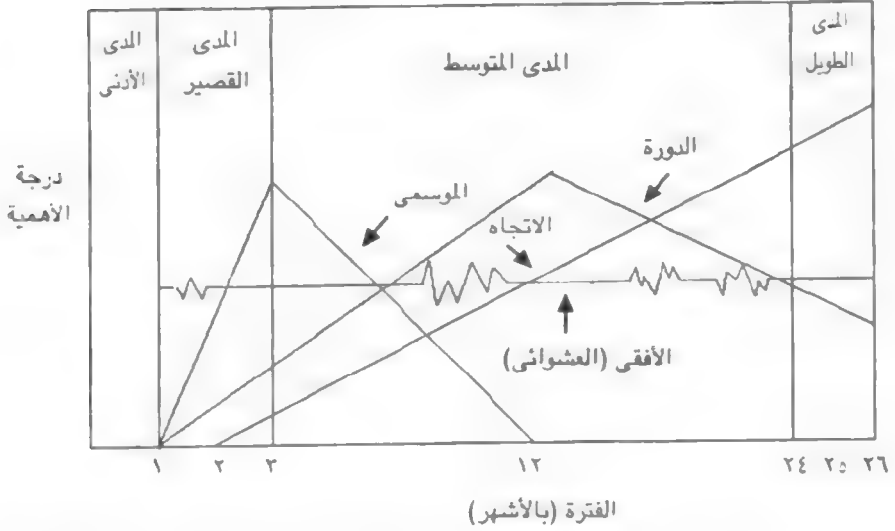
**ثالثاً - النمط الدائرى أو نمط الدورة (Cyclical Pattern) :** يدعى أيضاً نمط دورة الأعمال ، وهو يشير إلى الانحراف الكبير فى الطلب عن المتوقع على أساس الاتجاه بفعل التغيرات الكبيرة فى الأمد الطويل فى البيئة ، وهذا النمط يشبه النمط الموسمى ، إلا أن الدورة الواحدة عادة ما تكون أطول من سنة ومثاله الدورات الاقتصادية .

**رابعاً - نمط الاتجاه (Trend Pattern) :** يشير فى السلاسل الزمنية إلى النمو أو التدهور الطويل الأمد فى المستوى المتوسط للطلب ، وهذا النمط يكون عادة غير قابل للتنبؤ ، والمثال على ذلك تدهور الطلب على منتوج الشركة فى السنوات العشر الماضية . والشكل رقم (٥-٢) يوضح هذه الأنماط الأربعة .

### ٥-٢- الدقة والكلفة فى التنبؤ :

لأن التنبؤ وسيلة تساعد الشركة على التخطيط الجيد والاستعداد المسبق لمواجهة الأحداث المستقبلية ؛ فإنه ليس مهماً بذاته ، وأهميته تمكن فى مدى التلاؤم مع المجال أو الحالة التى يستخدم فيها أسلوب التنبؤ ، وعادة ما يقاس ذلك بدقة التنبؤ .

الشكل رقم (٥-٢) : أنماط التغير في الطلب



بسبب تعدد أساليب وطرق التنبؤ فإن القاعدة المهمة هي أن كل أسلوب للتنبؤ يمكن أن يكون ملائماً لحالات معينة ، ولا يكون كذلك في حالات أخرى . وبالتالي ليس هناك أسلوب ملائم للتنبؤ لكل الحالات ، وأن القائم بالتنبؤ يجب أن يقوم بتحديد الأسلوب الملائم للتنبؤ حسب الحالة المطلوب التنبؤ فيها .

وفي الإنتاج فإن التنبؤ مسألة ضرورية لتحديد حجم المصنع (كقرار إستراتيجي) أو في تخطيط وجدولة الإنتاج ، ومقابل ذلك فإن عدم الدقة أو الخطأ في التنبؤ ، يمكن أن يؤدي إلى واحدة من الحالتين الآتيتين :

الحالة الأولى : إذا كان التنبؤ أكبر من الطلب الفعلى ؛ فهذا يعنى أن الشركة ستمتلك سعة أكبر ؛ مما يؤدي إما إلى سعة عاطلة غير مستغلة ، أو تكوين مخزون أكبر ، أى وجود إنتاج زائد ؛ مما سيؤدي إلى تحمل كلفة إضافية في السعة العاطلة أو في الاحتفاظ بمخزون أكبر ، ويمكن التعبير عن هذه الحالة :

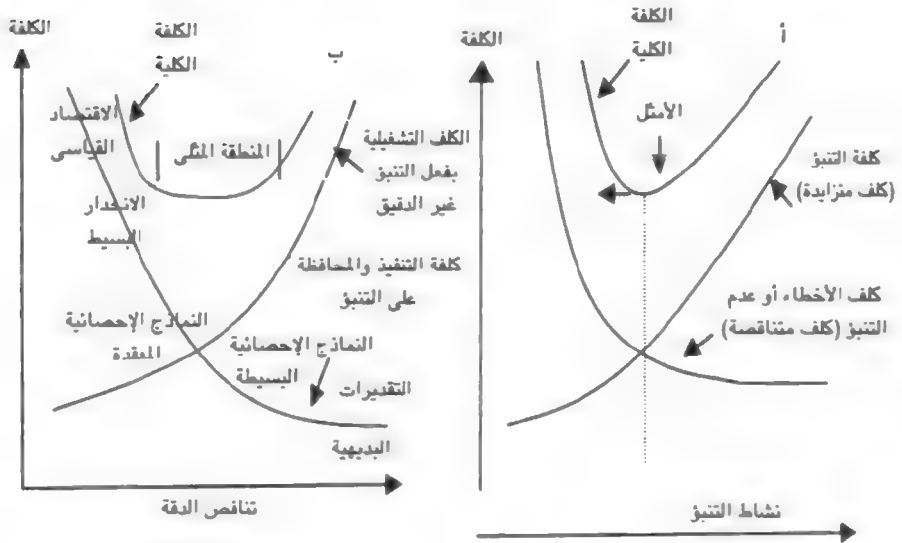
$$\text{التنبؤ} - \text{الطلب الفعلى} = \text{الإنتاج الزائد (خطأ التنبؤ)} .$$

الحالة الثانية : إذا كان التنبؤ أقل من الطلب الفعلى ، وهذا يعنى سعة أقل ونفاذ المخزون ، وبالتالي تراكم الطلبيات والأعمال غير المنجزة ، وهذا بدوره يحمل الشركة كلفة ناجمة عن السمعة المتضررة وعن الفرصة البديلة الضائعة ، وهذه الحالة تؤدي إلى الإنتاج الناقص ويمكن التعبير عنها بالآتى :

$$\text{التنبؤ} - \text{الطلب الفعلى} = \text{الإنتاج الناقص (خطأ التنبؤ)} .$$

إن تحقيق الدقة العالية فى التنبؤ يتطلب استخدام أساليب وطرق تنبؤ أكثر تطوراً وتعقيداً . فمن المعروف أن أساليب التنبؤ تتدرج من حيث السهولة والتعقيد وبالتالي من حيث الكلفة ، وأن هناك مبادلة الدقة / الكلفة فى اختيار أسلوب التنبؤ ؛ فالأساليب الأكثر تعقيداً تميل لأن تكون لها كلف عالية نسبياً ، ولكنها بالمقابل وفى أكثر الأحيان تقدم تنبؤات أكثر دقة مع كلف تشغيلية أقل . إن الشكل رقم (٥-٣-أ) يوضح أنه عند تزايد نشاط التنبؤ يؤدي إلى زيادة كلف التنبؤ بسبب زيادة الحاجة إلى المختصين الأكثر تأهيلاً وإلى البيانات والطرق والأساليب الحديثة . ولكن هذه الزيادة فى نشاط التنبؤ تؤدي إلى انخفاض تكاليف من نوع آخر هى تكاليف الخطأ وعدم التنبؤ ، إن المستوى الأمثل من التنبؤ يكون عند تساوى النوعين من الكلف ؛ حيث من الناحية النظرية يكون المستوى الأمثل عند تساوى العائد الحدى (انخفاض كلف الخطأ وعدم التنبؤ) مع الكلفة الحدية . كما أن الشكل رقم (٥-٣-ب) يوضح أن استخدام النماذج الأكثر تعقيداً كالاقتصاد القياسى ، ومن ثم نماذج الانحدار والارتباط يزيد من كلفة التنبؤات ، ولكن بالمقابل يخفض من الكلف التشغيلية الناجمة عن التنبؤات غير الدقيقة (كلفة أخطاء التنبؤ) .

## الشكل رقم (٥-٣) : علاقة أساليب التنبؤ بالكلفة



## هـ -٤- أساليب التنبؤ :

لقد تطورت وتنوعت أساليب وطرق التنبؤ بشكل كبير ؛ مما جعل اختيار الأسلوب الملائم مسألة صعبة تتطلب خبرة ودراية بهذه الأساليب واستخدامها ، وذلك لأن لكل أسلوب من أساليب التنبؤ ظروفًا أفضل للاستخدام والتكيف ؛ ليعطي نتائج أكثر دقة في التنبؤ ، ويمكن تصنيف أساليب التنبؤ إلى مجموعتين : الأساليب النوعية والأساليب الكمية . ونعرض فيما يأتي لهذه الأساليب .

## أولاً : الأساليب النوعية (Qualitative Methods) :

هي الأساليب التي تعتمد في التنبؤ على الحس الذاتي والخبرة والتقدير الإداري ، وبسبب تباين مستويات الخبرة ؛ فإن مديريين قد يصلان إلى تنبؤين مختلفين ، ورغم

تطور الأساليب الكمية : فإن الأساليب النوعية لازالت مهمة فى بعض الحالات ، كما فى ظروف التغيرات السريعة والكبيرة وعندما لا يمكن التعويل على البيانات الماضية كمؤشرات للتنبؤ بالأحداث المستقبلية ، أو عندما لا تتوفر مثل هذه البيانات كما فى المنتجات الجديدة ، كما أن هذه الأساليب تستخدم على نطاق واسع فى التنبؤ التكنولوجى ، وقد يعتبرها البعض بمثابة الملجأ الأخير وهذا ما يحدث عندما لا تعود الأساليب الكمية ملائمة للاستخدام . وتشمل الأساليب النوعية ما يأتى :

#### (١) آراء وتقديرات المديرين :

فى هذه الطريقة يتم أخذ آراء وتقديرات مديرى الإنتاج ، التسويق ، المالية ... إلخ . والاعتماد عليها كأساس فى التنبؤ على افتراض أن هؤلاء المديرين يتمتعون بالخبرة الماضية عن إنتاج ومبيعات (الطلب) المنتج . وهذه الطريقة يمكن أن تستخدم فى التخطيط طويل الأمد وتطوير منتج جديد ، وهى بسيطة وغيرمكلفة وتستعين بخبرة المديرين فى ضوء ظروف الشركة . ومن عيوب هذه الطريقة سيادة رأى الواحد على بقية آراء الأفراد الآخرين . ويوضح المثال (٥-١) كيفية معالجة تقديرات هؤلاء المديرين للطلب المتوقع .

#### مثال (٥ - ١) :

فى اجتماع للإدارة العليا فى شركة ( أ ب ج ) طلب المدير العام من مديرى الإنتاج والتسويق والمالية تقديم تقديراتهم حول الطلب على منتج الشركة فى السنة القادمة ، وقد قدم المديرين تقديراتهم الآتية :

المديرون	الطلب (ألف وحدة)
الإنتاج	١٢٥
التسويق	١٦٠
المالية	١٠٠



فى ضوء خبرة المدير الأعلى فقد أعطى الاحتمالات الآتية لهذه التقديرات : تقدير مدير الإنتاج (٤٠٪) ، التسويق (٣٥٪) ، والمالية (٢٥٪) .

المطلوب : تقدير الطلب للسنة القادمة على أساس تقديرات المديرين .

الحل :

باستخدام تقديرات المديرين واحتمالاتها يمكن تقدير الطلب :

$$= (١٢٥ \times ٠,٤٠) + (١٦٠ \times ٠,٣٥) + (١٠٠ \times ٠,٢٥) = ١٣١ \text{ ألف وحدة .}$$

## (٢) تقديرات رجال المبيعات :

إن العاملين فى المبيعات يمثلون مصدراً مهماً للمعلومات ؛ لأنهم على اتصال مباشر بالسوق والزبائن ؛ لهذا يمكن استطلاع آرائهم والاستفادة من تقديراتهم لما هو متوقع من الطلب فى الفترة القادمة . ومن عيوب هذه الطريقة هو أن رجال المبيعات قد لا يفرقون بين ما يريد الزبائن وما يقومون به هم من أعمال البيع ، كما أنهم فى فترة انخفاض المبيعات يميلون إلى التشاؤم (تقدير منخفض) ، وعند زيادة المبيعات يميلون إلى التفاؤل (تقدير عال) وفى الحالتين يكون خطأ التقديرات كبيراً .

## (٣) مسوحات الزبائن وبحوث السوق :

إن الزبون هو الذى يحدد الطلب ؛ لهذا فإن استطلاع آراء الزبائن يمكن أن يمثل مصدراً مهماً للمعلومات حول الطلب المتوقع ، والشركات الحديثة تمتلك ضمن إدارة التسويق وحدة متخصصة ببحوث السوق وإعداد المسوح الخاصة بالزبائن . ومن عيوب هذه الطريقة تحيز الزبون ؛ ففى حالة الرغبة بالمنتوج يعطى تقديراً عالياً لطلبه وفى حالة عدم الرغبة يعطى تقديراً منخفضاً ، ضعف استجابة الزبائن لهذه المسوح ، كلفة المسوح العالية ، والحاجة إلى مهارات لإعداد وتنفيذ المسوح وبحوث السوق .

## (٤) طريقة دلفى :

لقد تم تطوير طريقة دلفى (Delphi Method) فى عام ١٩٦٤م من قبل مؤسسة البحث والتطوير الأمريكية المعروفة بمؤسسة راند (Rand Corporation) ، وقد

استخدمت لأول مرة فى التنبؤ التكنولوجى : حيث شارك عدد من المختصين فى العلوم المختلفة ؛ لحددوا التطورات التكنولوجية المتوقعة فى المدى البعيد . وبعد أن يقدموا توقعاتهم فى الجلسة الأولى تجمع الآراء والتوقعات ويتم تنظيمها وإعادةتها إلى المشاركين للاطلاع عليها والقيام بجلسة ثانية لتقديم التقديرات ، وتكرر العملية لعدة مرات حتى تتقارب الآراء والتوقعات ، ويتم التوصل إلى توقعات مشتركة تمثل التوقعات مرجحة الحدوث .

يمكن استخدام طريقة دلفى فى تقدير الطلب من قبل مجموعة من الخبراء ، فلو فرضنا أن هناك أربعة خبراء تم اختيارهم من لجنة دلفى ، وطلب منهم تقديرات الطلب على منتج الشركة فى ضوء خبراتهم المتخصصة وفى الجلسة الأولى قدموا تقديراتهم : فتقوم لجنة دلفى بعد تنظيم الإجابات بإعادة التقديرات كلها إلى الخبراء الأربعة للاطلاع عليها ، وتقديم تقديرات جديدة فى جلسة ثانية وتكرر ذلك فى جلسة ثالثة ورابعة ... إلخ ، ويمكن أن نلاحظ أن تقديرات الخبراء فى كل جلسة جديدة تقترب من بعضها ، والجدول رقم (٥-٤) يوضح هذه النتائج المتوقعة عن استخدام طريقة دلفى فى تقدير الطلب فى أربع جلسات .

الجدول رقم (٥-٤) : النتائج المتوقعة باستخدام طريقة دلفى

الخبراء	الجلسات			
	١	٢	٣	٤
الأول	٥٠٠٠	٤٥٠٠	٤٠٠٠	٤٠٠٠
الثانى	٣٠٠٠	٣٥٠٠	٣٥٠٠	٣٥٠٠
الثالث	٤٥٠٠	٤٠٠٠	٤٥٠٠	٤٠٠٠
الرابع	٦٠٠٠	٥٠٠٠	٤٥٠٠	٤٠٠٠

ثمة عيوب فى طريقة دلفى أهمها : الحاجة إلى لجنة ذات تأهيل وتدريب للإشراف على الطريقة ، الخبراء قد لا يكونون حقاً خبراء ، تغير الخبراء من جلسة لأخرى ، الكلفة العالية ، والوقت الطويل ؛ مما يجعل الخبراء غير راضين عن الاستمرار فى الجلسات . والواقع أن الخبراء قد يكونون متباعدين فى مواقع عملهم ؛ مما يجعل من

الصعب مشاركتهم فى جلسات الطريقة ، إلا أن تطوير الهواتف والمؤتمرات الفيديوية ؛ جعل من الممكن مشاركة الخبراء وهم فى عملهم أو بيوتهم .

### (٥) السيناريو :

السيناريو أسلوب آخر يتزايد استخدامه فى التنبؤ وخاصة فى التنبؤ المتوسط والطويل الأمد المتعلق باستقراء الاتجاهات ، وقد أشارت إحدى الدراسات إلى أن استخدام هذا الأسلوب فى التنبؤ قد ازداد من (٢٢٪) عام ١٩٧٧م إلى (٥٧٪) من الشركات الصناعية الأمريكية الألف الكبرى ، ويتوقع أن تزداد النسبة بالنظر لأهمية هذا الأسلوب فى التنبؤ طويل الأمد .

يمكن تعريف السيناريو بأنه وصف كتابى لأوضاع أو أحداث أو متغيرات رئيسية فى المستقبل بالاعتماد على خبرة الشركة وافترضاياتها الأكثر ترجيحاً لما سيحدث فى المستقبل . ولقد وضعت شركة جنرال إلكتريك الأمريكية نموذجاً معقداً لإعداد سيناريو عما تتوقعه الشركة . والمراحل الأساسية لإعداد هذا النموذج هى :

أولاً - إعداد الخلفية : يتضمن تقييم العوامل الأساسية فى القطاع الذى تعمل فيه الشركة ، وكذلك فى المجتمع كالمسكان ونمط الحياة ، التشريعات ، العوامل العلمية والتكنولوجية ، الاقتصاد .. إلخ .

ثانياً - اختيار المؤشرات المهمة : تحديد المؤشرات المهمة فى ضوء نتائج دراسة الخطوة السابقة ، اختيار فريق من الخبراء لتقييم المؤشرات المهمة والأحداث المستقبلية المتوقعة ومستقبل الصناعة التى تعمل فيها الشركة .

ثالثاً - تحديد السلوك الماضى لكل مؤشر : بتحديد السلوك التاريخى لكل مؤشر ، استخدام الحاسبة للاستفادة من برامج الشركة الخاصة بتحليل تأثير الاتجاه ، وأخيراً تحديد أسباب السلوك الماضى لكل اتجاه سواء كانت سكانية-اجتماعية ، اقتصادية ، سياسية - تشريعية .. إلخ .

رابعاً - تثبيت احتمال الأحداث المستقبلية : مناقشة فريق الخبراء حول قيم الاتجاهات السابقة ، قيم التأثير المحتمل للأحداث المستقبلية ، وقيم احتمال حدوثها .. إلخ .

**خامساً - التنبؤ بكل مؤشر :** تشغيل برنامج تحليل تأثير الاتجاه واستخدام مصفوفة تحليل التأثير التبادلي للأحداث المستقبلية على المؤشرات المهمة ، وبما يساعد على استخلاص النتائج .

**سادساً - كتابة السيناريو :** هي مرحلة استخلاص النتائج وإعداد الوصف الكتابي الملخص لها .

لا بد من أن نشير إلى أن هذا النموذج المعقد يمكن تبسيطه حسب حجم الشركة ودرجة تعقد ظروفها الداخلية والخارجية ، كما يمكن إعداد السيناريو المتعلق بأحد المؤشرات أو العوامل في سلوك أحد المنافسين أو تطوير المنتجات في مجال عمل الشركة ، أو ارتفاع كلفة المواد أو الأسعار ؛ مما يعني أن السيناريو أسلوب مرن قابل للاستخدام حسب أغراض الشركة وحاجاتها .

## ثانياً : الأساليب الكمية (Quantitative Methods) :

هي التي تستخدم الطرق البيانية والإحصائية والرياضية للوصول إلى التنبؤات التي عادة ما تكون أكثر دقة وأقل تحيزاً بالمقارنة مع الأساليب النوعية ؛ وذلك لأنها تعتمد على سلسلة زمنية من البيانات في تحديد نمط الطلب وإسقاطها على المستقبل من أجل التنبؤ ، ونعرض فيما يأتي لبعض هذه الأساليب والطرق .

### (١) الطريقة البيانية :

تدعى أيضاً طريقة تحديد الاتجاه العام بالطريقة البيانية ، وهي تقوم على تمثيل السلسلة الزمنية بالشكل البياني لتحديد الاتجاه العام ، ومن ثم مد وتوسيع خط الاتجاه العام حتى السنوات المراد التنبؤ بالطلب فيها ، وخطوات الطريقة هي :

أ - ارسم البيانات الفعلية على الشكل البياني الذي يكون محوره الأفقي ممثلاً للفترة ومحوره العمودي للطلب .

ب - حدد الاتجاه العام تصاعدياً أم تنازلياً .

ج - ارسم خط الاتجاه العام على أن يمر بأكبر عدد ممكن من نقاط البيانات الفعلية أو بالقرب منها .

د - لتقدير المبيعات مد خط الاتجاه العام ليصل إلى النقاط المقابلة للفترة المراد تقدير الطلب ، ومن ثم أسقطها أفقياً على محور الطلب . والمثال (٢-٥) يوضح هذه الطريقة .

هذه الطريقة سهلة وبسيطة وغير مكلفة ، وكلما كانت السلسلة الزمنية طويلة وتغيراتها متدرجة وصغيرة ؛ أمكن الاعتماد عليها بدرجة أكبر ، إلا أنها تعتبر طريقة ذاتية تتأثر بتدخلنا في رسم خط الاتجاه العام ؛ لهذا تدعى بطريقة اليد الحرة ، وهي أيضاً طريقة تقريبية ؛ لهذا لا يمكن الاعتماد عليها بشكل دقيق وإنما كمؤشر عام ، ولا يمكن التعويل عليها في حالة التذبذبات المستمرة والكبيرة في الطلب ؛ لأن خط الاتجاه العام يكون بعيداً بدرجة كبيرة عن نقاط البيانات الفعلية فلا يكون ممثلاً دقيقاً أو تقريباً لها .

مثال (٢-٥) :

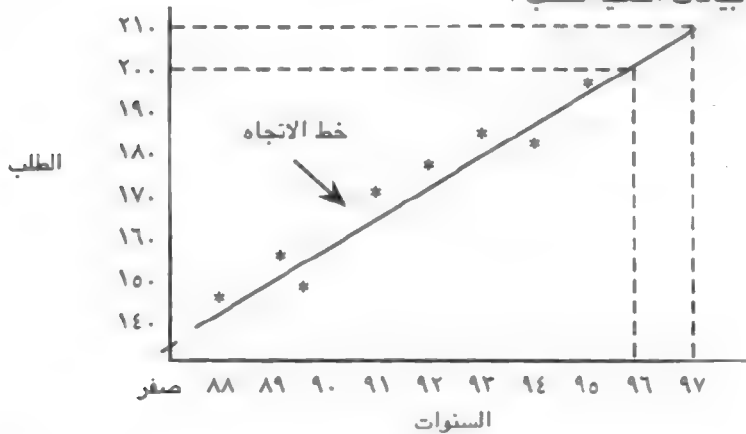
أدناه السلسلة الزمنية للطلب على المنتج (س) للفترة (٩١-١٩٩٨) .

المطلوب : التنبؤ بالطلب باستخدام الطريقة البيانية للسنوات (١٩٩٩) ، (٢٠٠٠) .

السنوات	١٩٩١	٩٢	٩٣	٩٤	٩٥	٩٦	٩٧	١٩٩٨
الطلب (بالآلاف)	١٥٠	١٦٠	١٥٥	١٧٥	١٨٠	١٩٠	١٨٥	٢٠٠

الحل :

١- ارسم البيانات الفعلية للطلب :



٢- تحديد خط الاتجاه العام على أن يمر بأكبر عدد من النقاط أو بالقرب منها .  
يلاحظ من الشكل البياني أن خط الاتجاه يتوسط نقاط البيانات الفعلية ، وأن  
الاتجاه العام تصاعدي .

٢- القيام بمد خط الاتجاه العام إلى ما يقابل السنتين (١٩٩٩) و (٢٠٠٠)  
وإسقاطهما أفقياً على محور الطلب (كما في الخطوط المتقطعة) : فنحصل على  
التنبؤ المطلوب في السنتين المذكورتين أي :

التنبؤ بالطلب عام ١٩٩٦ م ٢٠٠ ألف وحدة .

التنبؤ بالطلب عام ١٩٩٧ م ٢١٠ ألف وحدة .

يلاحظ أن التنبؤ هو تقريبي ؛ وهذا يعود لسببين ، الأول : هو أن تحديد خط  
الاتجاه العام يكون تحكيمياً أي يمكن التدخل فيه ، والثاني : أن الإسقاط الأفقي على  
محور الطلب يتم تحديد قيمته بشكل تقريبي غالباً .

## (٢) المتوسطات المتحركة :

إن المتوسط (مجموع القيم على عددها) يعتبر أحد مقاييس النزعة المركزية ، وفي  
حالة التذبذبات الصغيرة في الطلب فإنه يمثل عامل تهدئة ، إلا أنه في التذبذبات  
الكبيرة يعمل على إخفاء هذه التذبذبات ؛ مما يجعل منه مقياساً مضللاً لا يمكن  
الاعتماد عليه . ولعلاج ذلك يتم اللجوء إلى المتوسط المتحرك ، وذلك باحتساب المتوسط  
لعدة فترات أو القيم بدلاً من المتوسط لكل فترات أو قيم السلسلة . وفي كل مرة  
يحتسب فيها المتوسط المتحرك تترك الفترة الأقدم وتضاف قيمة الفترة اللاحقة .  
والمتوسط المتحرك لأخر عدد من الفترات يمكن أن يمثل التنبؤ للفترة القادمة . والمثال  
(٢-٥) يوضح استخدام المتوسط المتحرك .

### مثال (٢-٥) :

الآتى بيانات الطلب للفترة (٨٩-١٩٩٤) احسب التنبؤ للفترة القادمة باستخدام  
المتوسط المتحرك لثلاث سنوات (م م ٣) .

السنوات	١٩٨٩	٩٠	٩١	٩٢	٩٣	٩٤
الطلب (بالآلاف)	٧	١٢	١٤	١٤	١٨	١٩

الحل :

السنوات	الطلب	التنبؤ للسنة القادمة (م م ٣)
١٩٨٩	٧	-
٩٠	١٢	$١١,٠ = ٣ / ١٤+١٢+٧$
٩١	١٤	$١٣,٣ = ٣ / ١٤+١٤+١٢$
٩٢	١٤	$١٥,٣ = ٣ / ١٨+١٤+١٤$
٩٣	١٨	$١٧,٠ = ٣ / ١٩+١٨+١٤$
١٩٩٤م	١٩	-

يلاحظ أن المتوسط المتحرك سيسجل في موقع الوسط من البيانات التي استخرج لها الوسط ؛ ولهذا فالمتوسط المتحرك (١١) ألف وحدة سجل في السنة ١٩٩٠م . وأن التنبؤ بالطلب لسنة ١٩٩٥م هو (١٧) ألف وحدة (عادة يستخدم المتوسط المتحرك الأخير كتنبؤ للسنة القادمة) ، وإذا افترضنا أن الطلب الفعلي في السنة ١٩٩٥م هو (٢٠) ألف وحدة ؛ فإن التنبؤ بالطلب في سنة ١٩٩٦م سيكون  $(٢٠+١٩+١٨) / ٣ = ١٩$  ألف وحدة) . كما يلاحظ أنه في الاتجاه التصاعدي للطلب يكون المتوسط المتحرك الأخير (التنبؤ للسنة القادمة) أقل من القيمة على خط الاتجاه ، والعكس في الاتجاه التنازلي ، وفي الجدول يظهر ذلك واضحاً ؛ حيث نجد أن الطلب الفعلي في سنة ١٩٩٤م كان (١٩) ألف وحدة في حين أن التنبؤ بالطلب في سنة ١٩٩٥م هو (١٧) ألف وحدة . ومن الجدول نجد أيضاً أن السنة الأولى والأخيرة بدون تنبؤات ، وهذه سلبية أخرى في المتوسط المتحرك . والملاحظة الأخيرة هي أن المتوسط المتحرك يتعامل مع بيانات السلسلة الزمنية كقيم متساوية الأهمية في التنبؤ ، وقد لا يكون هذا ملائماً أو صحيحاً ؛ لأن القيمة الأحداث ذات أهمية وقدرة تنبؤية أكبر ، وخاصة إذا كان الاتجاه تصاعدياً (كما في المثال) أو تنازلياً ، ولمعالجة هذه المشكلة يستخدم المتوسط المتحرك المرجح كأسلوب مناسب لهذا الغرض .

#### (٤) المتوسط المتحرك المرجح :

فى المتوسط المتحرك المرجح لا يتم إعطاء قيمة واحدة أو وزن متساو لجميع البيانات للفترات الأقدم والأحدث ، وإنما يتم إعطاء وزن أكبر للفترات الأحدث ؛ لأنها لأقرب لما هو موجود فى الوقت الراهن فى السوق بالمقارنة مع الفترات التى تسبقها ، والمثال رقم (٤-٥) يوضح استخدام هذا المتوسط .

#### مثال (٤-٥) :

فى المثال السابق (٤) لنفرض أن القائم بالتنبؤ يفضل استخدام المتوسط المتحرك لثلاث فترات (م م ٣) مع إعطاء الفترة الأحدث وزناً (٠,٥) والفترة التى تسبقها (٠,٣) والفترة الأسبق (٠,٢) ، احسب التنبؤ للفترات من البيانات السابقة .

#### الحل :

السنوات	الطلب (بالآلاف)	التنبؤ للفترة القادمة (م م ٣)
١٩٨٩	٧	-
٩٠	١٢	$١٢ = ٠,٥ \times ١٤ + ٠,٣ \times ١٢ + ٠,٢ \times ٧$
٩١	١٤	$١٣,٦ = ٠,٥ \times ١٤ + ٠,٣ \times ١٤ + ٠,٢ \times ١٢$
٩٢	١٤	$١٥ = ٠,٥ \times ١٨ + ٠,٣ \times ١٤ + ٠,٢ \times ١٤$
٩٣	١٨	$١٧,٧ = ٠,٥ \times ١٩ + ٠,٣ \times ١٨ + ٠,٢ \times ١٤$
٩٤	١٩	-

عند مقارنة التنبؤات فى هذا المثال مع المثال السابق ؛ نلاحظ أن المتوسط المتحرك المرجح أكثر استجابة للتغيرات فى الفترات الأحدث ، إلا أنه يعتبر أصعب ؛ لأن استخدامه يتطلب وضع مجموعة دقيقة من الأوزان للفترات .

#### (٥) أسلوب المربعات الصغرى أو الانحدار البسيط :

من أكثر الأساليب استخداماً ؛ وذلك لأنه يتسم بالبساطة وعدم التعقيد ، ويعطى خطأً أفضل للاتجاه العام لتمثيل العلاقة بين متغيرين . وهذا الأسلوب يعمل على إيجاد



خط الاتجاه العام الذى يتوسط جميع نقاط البيانات ، ويجعل مجموع الانحرافات عنه تساوى صفرًا ، وهو يعتمد على معادلة الخط المستقيم أى :

$$\text{ص} = \text{أ} + \text{ب س} \quad \dots\dots\dots (١-٥)$$

حيث إن :

ص = المتغير التابع أو المتنبأ به .

س = المتغير المستقل أو المنبئ .

(١) و (ب) = قيم ثابتة (معاملات خط الاتجاه) فيكون (أ) مقاطع (ص) ، فى حين تمثل (ب) ميل خط الاتجاه .

والشكل رقم (٥ - ٥) يوضح بيانياً معادلة الخط المستقيم .

ومن أجل التوصل إلى قيم (أ) و(ب) : تتم الاستعانة بمعادلتين أخريين يتم اشتقاقهما من معادلة الخط المستقيم وهما :

$$\text{مج ص} = \text{أ ن} + \text{ب مج س} \quad \dots\dots\dots (٢-٥)$$

$$\text{مج س ص} = \text{أ مج س} + \text{ب مج س}^2 \quad \dots\dots\dots (٣-٥)$$

حيث إن :

ن = تمثل عدد فترات السلسلة الزمنية .

وبالإمكان احتساب قيم الثوابت ( أ ) و ( ب ) باستخدام المعادلتين الآتيتين أيضاً :

$$\text{ب} = \frac{\text{ن مج س ص} - (\text{مج ص})(\text{مج س})}{\text{ن مج س}^2 - (\text{مج س})^2} \quad \dots\dots\dots (٤-٥)$$

$$\text{أ} = \text{ص} - \text{ب س} \quad \dots\dots\dots (٥-٥)$$

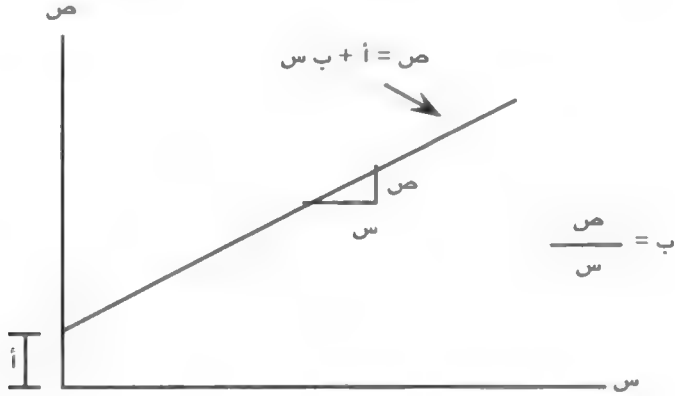
حيث إن :

ص̄ = متوسط قيم (ص) .

س̄ = متوسط قيم (س) .

والمثال (٥-٥) يوضح استخدام هذا الأسلوب .

الشكل رقم (٥-٥) : التمثيل البياني لمعادلة الخط المستقيم



مثال (٥-٥) :

في الجدول أدناه بيانات الطلب على الأبواب الجاهزة في مصنع الجبل الأخضر  
للأثاث للفترة (٨٩ - ١٩٩٧م) :

المطلوب :

ما هو الطلب المتوقع في السنتين (١٩٩٨م) و (١٩٩٩م) باستخدام أسلوب المربعات  
الصغرى ؟

السنوات	١٩٨٩	٩٠	٩١	٩٢	٩٣	٩٤	٩٥	٩٦	١٩٩٧
الطلب (ألف وحدة)	٦٠	٦٢	٦٩	٧٥	٧٨	٨٤	٩٠	٩٢	٩٨

الحل :

نفرض أن الطلب هو (ص) ، وأن سنوات السلسلة الزمنية هي (س) ، ونقوم بتنظيم  
الجدول الآتي :

السنوات	الطلب (ص)	س	س <sup>٢</sup>	س ص
١٩٨٩	٦٠	١	١	٦٠
٩٠	٦٢	٢	٤	١٢٤
٩١	٦٩	٣	٩	٢٠٧
٩٢	٧٥	٤	١٦	٣٠٠
٩٣	٧٨	٥	٢٥	٣٩٠
٩٤	٨٤	٦	٣٦	٥٠٤
٩٥	٩٠	٧	٤٩	٦٣٠
٩٦	٩٢	٨	٦٤	٧٣٦
١٩٩٧	٩٨	٩	٨١	٨٨٢
المجموع	٧٠٨	٤٥	٢٨٥	٣٨٣٣

نعوض في المعادلتين الأخيرتين (٢) و (٣) كالاتى :

$$(٥ \times) \quad ٧٠٨ = ١٩ + ٤٥ ب$$

$$٣٨٣٣ = ٤٥ + ٢٨٥ ب$$

$$(بالطرح) \quad ٣٥٤٠ = ٤٥ + ٢٢٥ ب$$

$$\underline{\hspace{1cm}} \quad ٢٩٣ = ٦٠ ب$$

$$ب = \frac{٢٩٣}{٦٠} = ٤,٨٨$$

نعوض عن قيمة (ب) في واحدة من المعادلات أعلاه :

$$٧٠٨ = ١٩ + ٤٥ (٤,٨٨)$$

$$١٩ = ٢١٩,٦ - ٧٠٨$$

$$٥٤,٢٧ = \frac{٤٨٨,٤}{٩} = ا$$

ومن الممكن استخدام المعادلتين (٤) و (٥) للتوصل إلى قيمة (أ) و (ب) وهي كالآتي :

$$ب = \frac{٩ (٣٨٣٣) - (٧٠٨) (٤٥)}{٩ (٢٨٥) - (٤٥)^2}$$

$$ب = ٤,٨٨$$

$$\overline{ص} = ٧٠,٨ / ٩ = ٧٨,٧$$

$$\overline{س} = ٤٥ / ٩ = ٥$$

$$أ = ٥ (٤,٨٨) - ٧٨,٧ = ١$$

$$أ = ٥٤,٣ - ٧٨,٧ = ٢٤,٤$$

بعدئذ نعوض عن قيم (أ) و (ب) في معادلة الخط المستقيم الأصلية رقم (٥-١) للتوصل للطلب المتوقع :

$$ص (١٩٩٨) = ٥٤,٢٧ + ٤,٨٨ (١٠) = ١٠٣,٠٧ \text{ ألف وحدة ، الطلب المتوقع سنة (١٩٩٨) م.}$$

$$ص (١٩٩٦) = ٥٤,٢٧ + ٤,٨٨ (١١) = ١٠٧,٩٥ \text{ ألف وحدة ، الطلب المتوقع سنة (١٩٩٩) م.}$$

يلاحظ مما سبق عرضه أننا استخدمنا علاقة المتغير التابع (الطلب على المنتج) بالمتغير المستقل (الوقت) ، ولكن في أحيان كثيرة تكون العلاقة أقوى بين المتغير التابع (الطلب على المنتج) والمتغير المستقل الذي يتمثل بالطلب على منتج آخر بدلاً من العلاقة مع الوقت . ولهذا ما يبرره فمثلاً الطلب على إطارات السيارات يكون ذا علاقة قوية بإنتاج أو استيراد السيارات ؛ لأن كل سيارة تحتاج إلى (٥) إطارات ، كما أن السلع البديلة تكون ذات علاقة قوية كما هو الحال في النفط الأبيض والغاز ؛ حيث إن كل واحد من المنتجين يمكن أن يحل محل الآخر في الاستخدام ؛ مما يجعل زيادة الطلب على أحدهما سبباً في انخفاض الطلب على الآخر . وفي مثل هذه الحالات يكون من الملائم استخدام الطلب على المنتج الثاني كمتغير مستقل (بدلاً من الوقت) للتنبؤ

بالطلب على المنتج الأول كمتغير تابع ، ولكن في هذه الحالة لابد من التأكد من وجود هذه العلاقة القوية ، أى وجود ارتباط قوى يسمح باستخدام الطلب على المنتج الثانى لانحراف التنبؤ بالطلب على المنتج الأول ، وعند عدم وجود مثل هذه العلاقة أو هذا الارتباط : فإن المنتج الثانى لا يكون ذا قيمة تنبؤية بالنسبة للطلب على المنتج الأول .

ولقياس قوة العلاقة أو الارتباط بين ظاهرتين (أو منتوجين) : فإننا نستخدم لهذا الغرض معامل الارتباط ، فإذا كان الارتباط قوياً : فهذا يعنى أن التغير فى قيم المنتج الثانى (المتغير المستقل) يكون مترافقاً فى المتوسط بتغير فى قيم المتغير الآخر ، فإن معامل الارتباط يمكن أن يحدد قوة هذا الارتباط ، ويمكن احتساب معامل الارتباط بالمعادلة الآتية :

$$r = \frac{\text{مجم ص} \times \text{ص} - (\text{ن} \times \text{ص} \times \text{س})}{\text{ن} \times \text{ع} \times \text{ص} \times \text{ع} \times \text{س}} \dots\dots\dots (٦-٥)$$

حيث إن

$r$  = معامل الارتباط .

$\text{ع} \times \text{ص}$  = الانحراف المعياري لقيم (ص) .

$\text{ع} \times \text{س}$  = الانحراف المعياري لقيم (س) .

ويحسب الانحراف المعياري لقيم (ص) بالمعادلة الآتية :

$$\text{ع} \times \text{ص} = \sqrt{\frac{\text{مجم ص}^2}{\text{ن}} - (\text{ص})^2}$$

إن قيمة معامل الارتباط تتراوح بين (١-) و (١+) وتدل الإشارة على نوع الارتباط : فالقيمة السالبة تشير إلى ارتباط عكسى (أى أن ارتفاع الطلب على المنتج الثانى يؤدي إلى انخفاض فى الطلب على المنتج الأول وبالعكس) ، وقيم معامل الارتباط يمكن أن تفسر العلاقة بين المتغيرين كالتالى :

العلاقة	قيمة معامل الارتباط
التطابق	١
قوية جداً	٠.٩٠
قوية	٠.٧٥
ضعيفة	٠.٥٠
ضعيفة جداً	٠.٢٥ فأقل

المثال (٥-٦) يوضح استخدام معامل الارتباط .

المثال (٥-٦) :

في الجدول الآتي الطلب على ثلاثة منتجات (النفط الأبيض ، الغاز ، الفحم) للفترة (١٩٩٤م - ١٩٩٨م) ، فإذا كان الطلب المتوقع على النفط الأبيض (١٠٥) آلاف طن وعلى الفحم (٢٥) ألف طن في سنة (١٩٩٩م) ، ما هو الطلب المتوقع على الغاز في سنة (٢٠٠٠) ؟

السنوات	١٩٩٤	١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧	١٩٩٨
النفط الأبيض	٤٨	٥٤	٦٥	٨٥	١٠٠
الفحم	٧٠	٦٥	٥٥	٤٠	٣٠
الغاز	٣٥	٢٥	١٨	١٥	١٢

الحل :

نفرض أن النفط الأبيض = س الفحم = ك الغاز = ص

السنوات	س	ك	ص	س٢	ك٢	ص٢	س ص	ك ص
١٩٩٤	٤٨	٧٠	٣٥	٢٣٠٤	٤٩٠٠	١٢٢٥	١٦٨٠	٢٤٥٠
١٩٩٥	٥٤	٦٥	٢٥	٢٩١٦	٤٢٢٥	٦٢٥	١٣٥٠	١٦٢٥
١٩٩٦	٦٥	٥٥	١٨	٤٢٢٥	٣٠٢٥	٣٢٤	١١٧٠	٩٩٠
١٩٩٧	٨٥	٤٠	١٥	٧٢٢٥	١٦٠٠	٢٢٥	١٢٧٥	٦٠٠
١٩٩٨	١٠٠	٣٠	١٢	١٠٠٠٠	٩٠٠	١٤٤	١٢٠٠	٣٦٠
المجموع	٣٥٢	٢٦٠	١٠٥	٢٦٦٧٠	١٤٦٥٠	٢٥٤٣	٦٦٧٥	٦٠٢٥

$$\overline{س} = 5 \setminus 352 = 70.4$$

$$\overline{ك} = 5 \setminus 260 = 52$$

$$\overline{ص} = 5 \setminus 105 = 21$$

$$ع س = \sqrt{(70.4 - 5/26670) - (4906.2 - 5234)} = 19.4$$

$$ع ك = \sqrt{(52 - 5/14650) - (270.4 - 2930)} = 15$$

$$ع ص = \sqrt{(21 - 5/2543) - (441 - 5086)} = 8.2$$

احتساب معامل الارتباط للمنتوجين (س ص) وللمنتوجين (ك ص) :

$$ر س ص = \frac{(21 \times 70.4 \times 5) - 6675}{8.2 \times 19.4 \times 5}$$

$$795.4 \setminus 7392 - 6675 =$$

$$795.4 \setminus 717 -$$

= -0.901 (الارتباط قوى جداً بغض النظر عن الإشارة)

$$ر ك ص = \frac{(21 \times 52 \times 5) - 6205}{8.2 \times 15 \times 5}$$

$$615 \setminus 5460 - 6205 =$$

$$615 \setminus 565 =$$

$$0.919 =$$

يلاحظ أن الارتباط قوى جداً بين الطلب على الغاز (ص) وكل من النفط الأبيض (س) والفحم (ك) ؛ لذا يمكن استخدام بيانات أى من النفط الأبيض أو الفحم للتنبؤ بالطلب على الغاز ، وذلك باتباع الخطوات التى اتبعناها ، ثم نعوض فى المعادلتين (4) ، (5) وبالعلاقة مع النفط الأبيض :

$$100 = 302 + 100 \text{ ب } (70,4 \times)$$

$$26670 + 1302 = 6670 \text{ ب}$$

$$7292 = 1302 + 24780,8 \text{ ب بالطرح}$$

$$-717 = 1889,2 \text{ ب}$$

$$\text{ب } -717 = 1889,2$$

$$= -28,0$$

نعوض عن (ب) :

$$100 = 302 + 100 \text{ ب } (-28,0)$$

$$100 = 133,8 + 100$$

$$100 = 238,8$$

$$100 = 47,8$$

نعوض عن قيم (أ) و(ب) و(س) في معادلة الخط المستقيم الأصلية ، حيث (س) تأخذ قيمة الطلب المتوقع على النفط الأبيض (س) وهي (١٠٥) آلاف طن في سنة ١٩٩٩ م :

$$\text{ص } 100 = 47,8 + (-28,0) \times 100 = 29,9 - 47,8$$

$$7,9 \text{ ألف طن الطلب المتوقع على الغاز سنة ١٩٩٩ م .}$$

#### (٦) التهيئة الأسية البسيطة :

هذا الأسلوب يقلص المحددات التي تبرز في المتوسط المتحرك ؛ لأنه يمكن من احتساب التنبؤ لأية فترة أو سنة دون وجود أية فترة بدون تنبؤ . كما أنه يقلص العمليات الحسابية والرياضية التي يتطلبها أسلوب المربعات الصغرى ، ويقلص الحاجة إلى البيانات إلى الحد الأدنى ؛ حيث لا يتطلب إلا التنبؤ لفترة سابقة واحدة وبيانات الطلب الفعلية مع وزن واحد بتحديد قيمة ألفا (α) بدلاً من عدة أوزان كما في المتوسط المتحرك المرجح . ومن خلال هذا الوزن يمكن أن يعمل الأسلوب على إعطاء أهمية أكبر للسنة الحالية مع أهمية متناقصة تدريجياً للسنوات السابقة أو بالعكس عند تغيير هذا الوزن .



ويمكن احتساب التنبؤ الجديد للفترة القادمة باستخدام واحدة من المعادلتين الآتيتين :

$$ت ج = ت س + \alpha (ط - ت س) \dots\dots\dots (٩-٥)$$

أو

$$ت ج = (ط) + (\alpha - ١) (ت س) \dots\dots\dots (١٠-٥)$$

حيث إن : ت ج = التنبؤ .

ت س = التنبؤ السابق أو القديم .

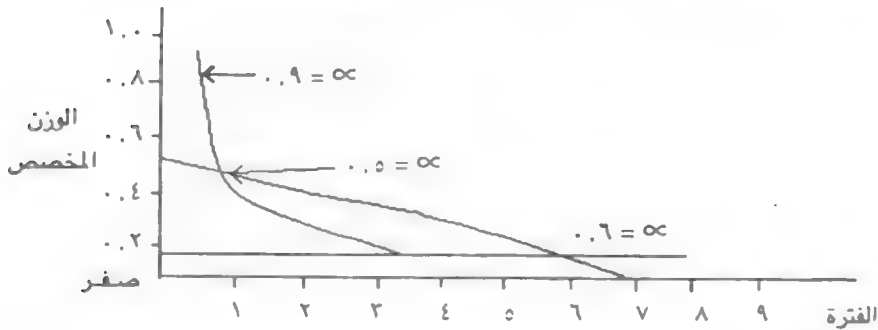
ط = الطلب الفعلي للفترة السابقة .

$\alpha$  = حرف إغريقى يقرأ ألفا وتمثل ثابت التهدة وقيمته تتراوح بين (صفر) و (١) .

لا بد في هذا الأسلوب من اختيار ملائم لثابت التهدة والحالات الآتية تساعد في عملية الاختيار :

أولاً : في حالة التذبذبات الصغيرة في بيانات الطلب يتم استخدام ثابت تهدة  $(\alpha)$  ضئيل مثلاً (٠,١) أو (٠,٢) ، وفي حالة التذبذبات الكبيرة يستخدم ثابت تهدة كبير مثلاً (٠,٧) أو (٠,٩) . وأن القائم بالتنبؤ يمكن أن يعدل ثابت التهدة للوصول إلى قيمة ملائمة له لتحقيق الهدف في الوصول إلى التنبؤ الأدق . والشكل رقم (٥-٦) يوضح المقارنة بين الأوزان المعطاة لثابت التهدة في الفترات الماضية .

الشكل رقم (٥-٦) الأوزان المختلفة لثابت التهدة  $(\alpha)$



ثانياً : فى حالة إعطاء أهمية أكبر للبيانات الأقدم يتم استخدام ثابت تهدئة كبير ، وهذا يعنى ضمناً قيمة أو أهمية أدنى للبيانات الأقدم . وبالعكس عند إعطاء أهمية أقل للبيانات الحالية وأهمية أكبر للبيانات الماضية يستخدم ثابت تهدئة ضئيل .

ثالثاً : فى الممارسة العملية يتم التوصل إلى قيمة ثابت التهدة  $(\alpha)$  من خلال التجربة على الفترات الماضية ، واحتساب أخطاء التنبؤ يساعد على التعديل الملائم لقيمة  $(\alpha)$  .

### المثال (٧-٥) :

تتوفر لدى مدير المصنع بيانات عن الطلب فى (٦) فترات ماضية ويرغب فى استخدام التهدة الأسية فى التنبؤ بالطلب للفترة السابعة ، وقد افترض أن الطلب المتوقع فى الفترة الأولى كان (٦٠) ألف وحدة ، ويحاول اختبار قيمتين لثابت التهدة (٠,٧) و (٠,١) .

الفترة	الطلب (ألف وحدة)	التنبؤ (٠,١ = $\alpha$ )	التنبؤ (٠,٧ = $\alpha$ )
١	٦٥	٦٠	٦٠
٢	٧٥	$٦٠,٥ = (٦٠ - ٦٥) \cdot ٠,١ + ٦٠$	$٦٣,٥ = (٦٠ - ٦٥) \cdot ٠,٧ + ٦٠$
٣	٨٥	$٦١,٩٥ = (٦٠,٥ - ٧٥) \cdot ٠,١ + ٦٠,٥$	$٧١,٥٥ = (٦٣,٥ - ٧٥) \cdot ٠,٧ + ٦٣,٥$
٤	٩٥	$٦٤,٢٦ = (٦١,٩٥ - ٨٥) \cdot ٠,١ + ٦١,٩٥$	$٨٠,٩٧ = (٧١,٥٥ - ٨٥) \cdot ٠,٧ + ٧١,٥٥$
٥	١١٠	$٦٧,٢٣ = (٦٤,٢٦ - ٩٥) \cdot ٠,١ + ٦٤,٢٦$	$٩٠,٧٩ = (٨٠,٩٧ - ٩٥) \cdot ٠,٧ + ٨٠,٩٧$
٦	١٢٥	$٧١,٦٠ = (٦٧,٢٣ - ١١٠) \cdot ٠,١ + ٦٧,٢٣$	$١٠٤,٢٤ = (٩٠,٧٩ - ١١٠) \cdot ٠,٧ + ٩٠,٧٩$
٧	-	$٧٦,٩٤ = (٧١,٦٠ - ١٢٥) \cdot ٠,١ + ٧١,٦٠$	$١١٨,٧٧ = (١٠٤,٢٤ - ١٢٥) \cdot ٠,٧ + ١٠٤,٢٤$

يلاحظ أن التذبذبات (التغير فى الطلب) كبيرة ؛ مما يجعل ثابت التهدة الضئيل غير ملائم ؛ لأنه يجعل خطأ التنبؤ (الفرق بين التنبؤ والطلب الفعلى) كبيراً ؛ لهذا فإن ثابت التهدة (٠,٧) أكثر ملاءمة من نظيره (٠,١) .

## ٥ - ٥ - المقارنة بين المتوسط المتحرك والتهدئة الأسية :

كما لاحظنا في الفقرات السابقة أن المتوسط المتحرك (Moving Average) والتهدئة الأسية (Exponential Smoothing) أسلوبان يستخدمان في التنبؤ ، ونعرض فيما يأتى للتشابهات والاختلافات بين الاثنين .

أولاً - التشابهات : هذه تتمثل فى الآتى :

١- أن كليهما (المتوسط المتحرك والتهدئة الأسية) يفترض أن الطلب الأساسى مستقر ، أى يمكن تمثيله من خلال الثابت زائداً التذبذبات العشوائية ذات المتوسط الصفرى .

٢- أن كليهما يعتمد على خصيصة المعلمة الواحدة ؛ فالمتوسط المتحرك يعتمد على (ن) ، أى عدد الفترات للمتوسط المتحرك ، والتهدئة الأسية تعتمد على ثابت التهدئة ( $\alpha$ ) ، وأن القيم الصغيرة لعدد فترات المتوسط (ن) أو القيم الكبيرة لثابت التهدئة ( $\alpha$ ) ينتجان التنبؤات التى تعطى وزناً أكبر للبيانات الحالية ، وأن القيم الكبيرة ل(ن) والقيم الصغيرة ل( $\alpha$ ) تعطى وزناً أكبر للبيانات الماضية . كما أن (ن) الصغيرة و ( $\alpha$ ) قد تكونان أكثر استجابة للتغيرات فى الطلب ، ولكنهما قد تنتجان أخطاء تنبؤ ذات تباين أكبر .

٣- أن كليهما يتعقبان خلف الاتجاه إذا كان موجوداً .

٤- أن القيم المتسقة لعدد فترات المتوسط (ن) وثابت التهدئة ( $\alpha$ ) تجعل الأسلوبين يؤديان إلى نفس التوزيع والتنبؤ ، ويجب أن يكون لهما بشكل أولى نفس مستوى الدقة ، ويتم تحقيق هذا الاتساق عندما :

$$\alpha = 2 / (n + 1) \dots\dots\dots (٥ - ١)$$

$$\alpha = 2 / (n + 1) \dots\dots\dots (٥ - ١٠) \quad \text{أو} \quad n = 2 / (\alpha - \alpha)$$

والمثال (٥-٨) يوضح هذه النقطة .

## ثانياً - الاختلافات :

١- إن تنبؤ المتوسط المتحرك هو المتوسط الموزون أو المرجح لفترات (ن) الأخيرة من البيانات ، في حين أن تنبؤ التهدة الأسية يكون متوسطه موزوناً لكل نقاط البيانات السابقة (طالما ثابت التهدة هو أقل من ١) . وقد تكون هذه ميزة في المتوسط المتحرك : لأن القيمة الشاذة أو البعيدة عن المركز كما في البيانات والتي لا تكون ممثلة لمجتمع العينة ، تؤثر في تنبؤ المتوسط المتحرك بعدد فترات (ن) فقط ، بينما أثر هذه القيمة البعيدة عن المركز يظل في التهدة الأسية في جميع التنبؤات .

٢- عند استخدام المتوسط المتحرك يجب أن تتوفر نقاط البيانات للفترات (ن) ، في حين أن التهدة الأسية لا تحتاج إلا إلى التنبؤ السابق ، وهذه ميزة في التهدة الأسية ، وهو السبب في شعبية هذا الأسلوب وانتشار استخدامه على نطاق واسع في تخطيط الإنتاج .

### مثال (٥-٨) :

يحاول قسم الرقابة على الجودة في أحد المصانع التنبؤ بالتلف في الفترة القادمة ، وكان يستخدم لهذا الغرض المتوسط المتحرك لثلاث فترات (م ٣) ، إلا أنه يسعى إلى استخدام التهدة الأسية ، وباعتماد على عينة من البيانات المتعلقة بالتلف قام بتنظيم الجدول الآتي :

الفترة	٤	٥	٦	٧	٨	٩
وحدة	٧٤	٥٢	٥٨	٥٢	٥٨	٦٠

كان التلف المتوقع في الفترة الرابعة (٧٠) وحدة ، والتلف الفعلي في الفترة الثالثة (٦٤) وحدة ، وفي الفترة العاشرة (٦٦) وحدة .

المطلوب :

١- قارن بين أداء التنبؤ باستخدام (م ٣) والتهدة الأسية عند  $(\alpha = 0.7)$  وعلى أساس متوسط الانحرافات المطلقة .

٢- كيف يمكن تحقيق الاتساق في دقة التنبؤ باستخدام (م ٣) والتهدة الأسية ؟

الحل :

١- احتساب التنبؤ للفترات باستخدام (م م٣) والتهدة الأسية والانحرافات (الأخطاء) المطلقة :

الفترات	التلف (وحدة)	م م٣		التهدة الأسية	
		التنبؤ	الخطأ	التنبؤ	الخطأ
٤	٧٢	٦٧	٥	٧٠	٢
٥	٦٦	٦٥	١	٧١	٥
٦	٥٨	٦١	٣	٦٧	٩
٧	٦٠	٥٨	٢	٦١	١
٨	٥٧	٥٦	١	٦٠	٣
٩	٥٦	٦٠	٤	٥٨	٢
المجموع			١٦		٢٢

إن متوسط الأخطاء المطلقة هو (٢,٧) للمتوسط المتحرك لثلاث فترات ، و (٣,٧) للتهدة الأسية : مما يعنى أن المتوسط المتحرك لثلاث فترات هو الأفضل لهذه السلسلة من البيانات .

٢- لتحقيق الاتساق يمكن أن نستخدم إحدى المعادلتين (٥-٩) أو (٥-١٠) لتحديد قيمة (ن) المتسقة مع  $(\alpha = ٠,٧)$  ، أو لتحديد قيمة  $(\alpha)$  المتسقة مع  $(ن = ٣)$  وهى كالاتى :

$$\alpha = ٢ - ن = ١ - \alpha \quad \alpha = ١ + ٣ \setminus ٢ = ٠,٥$$

$$\text{أو } ن = ٢ - ٠,٧ \setminus ٠,٧ = ١,٨٦$$

## ٥- ٦ التنبؤ بالطلب الموسمي :

إن الكثير من الظواهر تتغير بنمط موسمي والتغيرات الجوية مثال على التغير فى مواسم (فصول) الصيف والشتاء ، وإن الكثير من المنتجات والخدمات تتأثر بهذه

التغيرات وتكون ذات نمط موسمي في التغير ، كما في المنتجات الرياضية المستخدمة في الصيف (لوازم السباحة) وفي الشتاء (لوازم التزلج) . مع ملاحظة أن نمط التغير الموسمي لا يفترض أن يكون خلال فترة سنوية ، وإنما قد يكون خلال اليوم الواحد ، والمثال على ذلك تدفق السيارات في الشوارع خلال اليوم حيث هناك فترات ذروة بالطلب على خدمات المرور عند بداية الدوام صباحاً وعند نهايته بعد الظهر ، وفترات الركود في ساعات اليوم الأخرى ، أو يكون خلال أيام الأسبوع كما في الطلب على خدمات المطاعم الراقية ؛ حيث تكون فترات الذروة في يومى الخميس والجمعة وفترات الركود في أيام الأسبوع الأخرى ، أو يكون خلال السنة كما في الطلب على المنتجات الموسمية .

وتستفيد إدارة العمليات من معرفة نمط الطلب الموسمي من أجل توجيه الخطة الإنتاجية لتحقيق الاستجابة الأفضل للطلب في السوق في فترات ذروة الطلب وتجنب المخزون الزائد في فترات الركود . ومن أجل التنبؤ بالطلب الموسمي ؛ يمكن استخدام أسلوب المبيعات الصغرى ، والمثال (٩-٥) يوضح هذا الأسلوب .

#### المثال (٩-٥) :

في الجدول الآتى ، الطلب الفصلى على المنتج خلال الفترة (١٩٩٤-١٩٩٨م) .  
المطلوب : التنبؤ بالطلب الموسمي على هذا المنتج في سنة ١٩٩٩ م .

١٩٩٨	١٩٩٧	١٩٩٦	١٩٩٥	١٩٩٤	الفصول
٢٤	٢١	٢٥	٢٢	٢٠	١
٥٤	٤٩	٤٨	٥٠	٤٥	٢
٧٠	٦٥	٦٨	٦٥	٦٠	٣
٣٢	٣٥	٣٤	٣٨	٣٠	٤

الحل :

أ- التوصل إلى معادلة الخط المستقيم (ص = أ + ب س) للطلب الموسمي خلال الفترة (١٩٩٤-١٩٩٨م) .

ب - استخدام معادلة الخط المستقيم بعد التوصل إلى قيم الثوابت (أ) و(ب) لاحتساب قيم الطلب الاتجاهية لفصول الفترة ١٩٩٤ - ١٩٩٨ م .

ج - احتساب الدلائل الموسمي الذي يمثل نسبة الطلب الموسمي الفعلي إلى الطلب الموسمي الاتجاهي والجدول أدناه يوضح هذه الخطوات .

السنوات	الفصول	الطلب (ص)	س	س <sup>٢</sup>	س ص	قيم الطلب الاتجاهية	نسبة التحقق ( % )
١٩٩٤	١	٢٠	١	١	٢٠	٤٠,٣٥	٥٠ ( % )
	٢	٤٥	٢	٤	٩٠	٤٠,٥٥	١١١
	٣	٦٠	٣	٩	١٨٠	٤٠,٧٥	١٤٧
	٤	٣٠	٤	١٦	١٢٠	٤٠,٩٥	٧٣
١٩٩٥	١	٢٢	٥	٢٥	١١٠	٤١,١٥	٥٣
	٢	٥٠	٦	٣٦	٣٠٠	٤١,٣٥	١٢١
	٣	٦٥	٧	٤٩	٤٥٥	٤١,٥٥	١٥٦
	٤	٢٨	٨	٦٤	٢٢٤	٤١,٧٥	٦٧
١٩٩٦	١	٢٥	٩	٨١	٢٢٥	٤١,٩٥	٦٠
	٢	٤٨	١٠	١٠٠	٤٨٠	٤٢,١٥	١١٤
	٣	٦٨	١١	١٢١	٧٤٨	٤٢,٣٥	١٦١
	٤	٣٤	١٢	١٤٤	٤٠٨	٤٢,٥٥	٨٠
١٩٩٧	١	٢١	١٣	١٦٩	٢٧٣	٤٢,٧٥	٤٩
	٢	٤٩	١٤	١٩٦	٤٨٦	٤٢,٩٥	١١٤
	٣	٦٥	١٥	٢٢٥	٩٧٥	٤٣,١٥	١٥١
	٤	٣٥	١٦	٢٥٦	٥٦٠	٤٣,٣٥	٨١
١٩٩٨	١	٢٤	١٧	٢٨٩	٤٠٨	٤٣,٥٥	٥٥
	٢	٥٤	١٨	٣٢٤	٩٧٢	٤٣,٧٥	١٢٣
	٣	٧٠	١٩	٣٦١	١٣٣٠	٤٣,٩٥	١٥٩
	٤	٢٢	٢٠	٤٠٠	٦٤٠	٤٤,١٥	٧٢
المجموع		٨٤٥	٢١٠	٢٨٧٠	٩٠٠٤		

لاحتساب قيم الثوابت (أ) و(ب) ؛ نعوض فى معادلتى المربعات الصغرى (٥-٢) و(٥-٣) كالآتى :

$$٤٨٥ = ٢٠ \text{ أ} + ٢١٠ \text{ ب} \quad (١٠,٥ \times)$$

$$٩٠٠,٤ = ٢١٠ \text{ أ} + ٢٨٧٠ \text{ ب}$$

$$٨٨٧٢,٥ = ٢١٠ \text{ أ} + ٢٢٠,٥ \quad (\text{بالطرح})$$

$$١٣١,٥ = ٦٦٥ \text{ ب}$$

$$\text{ب} = ١٣١,٥ / ٦٦٥$$

$$\text{ب} = ٠,٢$$

نعوض فى إحدى المعادلتين أعلاه عن قيمة (ب) :

$$٨٤٥ = ٢٠ \text{ أ} + ٢١٠ (٠,٢)$$

$$٨٤٥ = ٢٠ \text{ أ} - ٤٢$$

$$٨٤٥ + ٤٢ = ٢٠ \text{ أ}$$

$$\text{أ} = ٨٠٣ / ٢٠$$

$$\text{أ} = ٤٠,١٥$$

إن معادلة الخط المستقيم بعد تحديد قيم الثوابت (أ) و (ب) تصبح :

$$\text{ص} = ٤٠,١٥ + ٠,٢ \text{ س}$$

نحسب قيم الطلب الاتجاهية ، وذلك باستخدام معادلة الخط المستقيم حيث إن :

ص\* = قيمة الطلب الاتجاهية للفصل .

س = تسلسل الفصل فى الفترة .

إذن :

$$\text{ص}^١ = ٤٠,١٥ + (١ \times ٠,٢) = ٤٠,٣٥$$

$$\text{ص}^٢ = ٤٠,١٥ + (٢ \times ٠,٢) = ٤٠,٥٥$$

$$\text{ص}^٣ = ٤٠,١٥ + (٣ \times ٠,٢) = ٤٠,٧٥$$

وهكذا حتى الفصل الأخير فى السنة ١٩٩٨ م ، والنتائج تظهر فى الجدول السابق .



د- احتساب المتوسط لنسب التحقق لكل فصل وهي كالآتي :

متوسط نسب التحقق	النسبة					الفصول
	١٩٩٨	١٩٩٧	١٩٩٦	١٩٩٥	١٩٩٤	
٥٣,٤	٥٥	٤٩	٦٠	٥٣	٥٠	١
١١٦,٦	١٢٣	١١٤	١١٤	١٢١	١١١	٢
١٥٤,٨	١٥٩	١٥١	١٦١	١٥٦	١٤٧	٣
٧٤,٦	٧٢	٨١	٨٠	٦٧	٧٣	٤

هـ - نحسب قيم الطلب الاتجاهية للفصول الأربعة لسنة ١٩٩٩ م :

$$\text{الفصل (١) / سنة ١٩٩٩} = ٤٠,١٥ + (٢١ \times ٠,٢) = ٤٤,٣٥$$

$$\text{الفصل (٢) / سنة ١٩٩٩} = ٤٠,١٥ + (٢٢ \times ٠,٢) = ٤٤,٥٥$$

$$\text{الفصل (٣) / سنة ١٩٩٩} = ٤٠,١٥ + (٢٣ \times ٠,٢) = ٤٤,٧٥$$

$$\text{الفصل (٤) / سنة ١٩٩٩} = ٤٠,١٥ + (٢٤ \times ٠,٢) = ٤٤,٩٥$$

و - أخيراً ، احتساب الطلب الموسمي المتوقع باستخدام الصيغة الآتية :

الطلب الموسمي المتوقع للفصل = قيمة الطلب الاتجاهية للفصل \_ متوسط نسبة التحقق للفصل .

$$\text{الطلب الموسمي المتوقع للفصل (١) / سنة ١٩٩٩} = ٤٤,٣٥ \times ٠,٥٣٤ = ٢٤ \text{ ألف وحدة .}$$

$$\text{الطلب الموسمي المتوقع للفصل (٢) / سنة ١٩٩٩} = ٤٤,٥٥ \times ١,١٦٦ = ٥٢ \text{ ألف وحدة .}$$

$$\text{الطلب الموسمي المتوقع للفصل (٣) / سنة ١٩٩٩} = ٤٤,٧٥ \times ١,٥٤٨ = ٦٩ \text{ ألف وحدة .}$$

$$\text{الطلب الموسمي المتوقع للفصل (٤) / سنة ١٩٩٩} = ٤٤,٩٥ \times ٠,٧٤٦ = ٣٣ \text{ ألف وحدة .}$$

## ٥ - ٧ - التنبؤ البؤرى (Focus Forecasting) :

قد يبدو للبعض أن أسلوب التنبؤ الأكثر تعقيداً يحقق دائماً التنبؤ الأفضل ، وكذلك قد يرى البعض أن هناك أسلوباً أفضل للتنبؤ لكل المنتجات والخدمات . والواقع أن كلا الاعتقادين خاطئان ، واستناداً لهذا الإدراك قام (برن سمث B.Smith) مدير المخازن فى (American Hardware Supply) فى عام ١٩٧٨م بما يدعى بالتنبؤ البؤرى ، والذي يقوم على اختيار التنبؤ الأفضل من مجموعة التنبؤات المتولدة عن أساليب التنبؤ المتعددة البسيطة . لقد كان (سمث) مسؤولاً عن (١٠٠) ألف مادة مختلفة مشتراة من (٢١) شركة ، وكانت شركته فى الأصل تستخدم التهدة الآسية مع طريقة معقدة للتنبؤ بالتذبذبات الموسمية . وقد استخدمت هذه التنبؤات لتحديد كميات الشراء ، وحدث الكثير من الأخطاء فى تحديد كميات التجهيزات نجمت عن عدم فهم البائعين للتهدة الآسية ؛ مما أنتج مشتريات ومستويات زائدة من المخزون ؛ لهذا قام (سمث) بمسح الطرق المستخدمة للتنبؤ من قبل البائعين ، فوجد أن أحد البائعين يستخدم الزيادة فى الطلب الحالى لغرض التنبؤ بالطلب فى الفترة القادمة ، وآخر ببساطة يستخدم طلب الفترة الماضية كتنبؤ للفترة القادمة ، وثالثاً يستخدم طرقاً بسيطة مماثلة ، ولم يجد (سمث) سبباً للاعتقاد بأن أيّاً من هذه الطرق هى الأفضل للمواد التى يتعامل بها .

لهذا وجد (سمث) أن يعتمد على الطرق المستخدمة فى التنبؤ من قبل البائعين وإضافة أساليب إحصائية أخرى ؛ ليشكل من سبعة أساليب للتنبؤ قاعدة للتنبؤ البؤرى . وبالاعتماد على الحاسبة يتم إعداد تنبؤات شهرية لكل مادة باستخدام الأساليب السابقة ؛ فتكون البيانات التاريخية نقطة البداية ، وتقيم التنبؤات وفق الأساليب السبعة ، ومن ثمة يتم اختيار الأسلوب الأفضل حسب الطلب الحالى على المادة ، ومن الممكن أن يختلف الأسلوب فى الشهر القادم لنفس المادة بسبب التغيرات .

إن الحاسبة شهرياً تطبع التنبؤات لكل مادة من (١٠٠) ألف مادة ، وإن البائعين يستفيدون منها ، ويمكن أن يتجاوزوا تنبؤ الحاسبة كمرونة فى استخدام الأساليب وتنبؤاتها . وأخيراً يرى (سمث) أن التنبؤ البؤرى يقدم تنبؤات قصيرة الأمد وفعالة وممتازة .

## ٥-٨ - اختيار الأسلوب الملائم للتنبؤ :

إن دراسة أساليب التنبؤ تشير إلى أن التطور يتجه نحو الأساليب الإحصائية والرياضية الأكثر تعقيداً ، وهذه الأساليب بقدر ما تتطلب جهداً وكلفة عالية ؛ فإنها تتطلب خبرة أكبر من المديرين لتحقيق الاستفادة الأفضل منها .

ولعل في مقدمة المشكلات الناجمة عن تطور وتعدد أساليب التنبؤ هي مشكلة اختيار الأسلوب الملائم للتنبؤ ، ويمكن أن نحدد العوامل التي تساعد على وصف وتمييز أساليب التنبؤ المتاحة ؛ من أجل اختيار الأسلوب الملائم بالآتي :

### أولاً - الأفق الزمني :

إن الأساليب النوعية تستخدم للتنبؤ طويل الأمد ، بينما تستخدم الأساليب الكمية للتنبؤات قصيرة الأمد . وهناك جانب مهم يتعلق بالأفق الزمني يتمثل في عدد الفترات التي يراد التنبؤ بها ؛ فبعض الأساليب (كالمتوسط المتحرك والتهدئة الأسية) يكون ملائماً للتنبؤ لفترة واحدة ، والبعض الآخر (كالمربعات الصغرى) ملائم للتنبؤ لعدة فترات في المستقبل . والجدول رقم (٥-٧) يوضح أن نسبة متوسط الانحرافات المطلقة تتزايد مع طول الأفق الزمني للتنبؤ، وضمن الأفق الزمني الواحد فإن التنبؤ بمجموعة المنتجات يكون أكثر دقة من المنتج الواحد ؛ لهذا فإن المستوى التنظيمي الأعلى (التنبؤ التجميعي) يكون أكثر دقة من المستوى التنظيمي الأدنى (تنبؤ تفصيلي) .

الجدول رقم (٥-٧) : نسبة متوسط الانحرافات المطلقة  
بالعلاقة مع أفق التخطيط والمستوى التنظيمي

المستوى التنظيمي	أفق التنبؤ		
	المدى القصير (٢ أشهر)	المدى المتوسط (٣ - ٢٤ شهراً)	المدى الطويل (أكثر من سنتين)
التنبؤ الصناعي	٨	١١	١٥
تنبؤ الشركة	٧	١١	١٨
تنبؤ مجموعة المنتجات	١٠	١٥	٢٠
تنبؤ خط المنتج	١١	١٦	٢٠
تنبؤ المنتج	١٦	٢١	٢٦

## ثانياً - نمط البيانات :

إن غالبية أساليب التنبؤ تفترض نوعاً من نمط بيانات التنبؤ ، فمثلاً بعض السلاسل الزمنية تكون ذات نمط موسمي ، والبعض الآخر قد يتسق ببساطة مع القيمة المتوسطة ؛ لهذا يكون من المهم ملاحظة النمط المفترض في البيانات مع الأسلوب الملائم .

## ثالثاً - الكلفة :

هناك ثلاثة عناصر مباشرة للكلفة يتم تحملها عند استخدام أسلوب التنبؤ هي : الاختبار والتطوير لأسلوب التنبؤ ، إعداد وتوفير البيانات ، والعملية الفعلية للتنبؤ . يضاف إلى ذلك أيضاً كلفة الفرصة البديلة لاستخدام أساليب أخرى لم يتم استخدامها ، وقد كشفت الدراسات العديدة عن تأثير الكلفة في اختيار واستخدام هذه الأساليب .

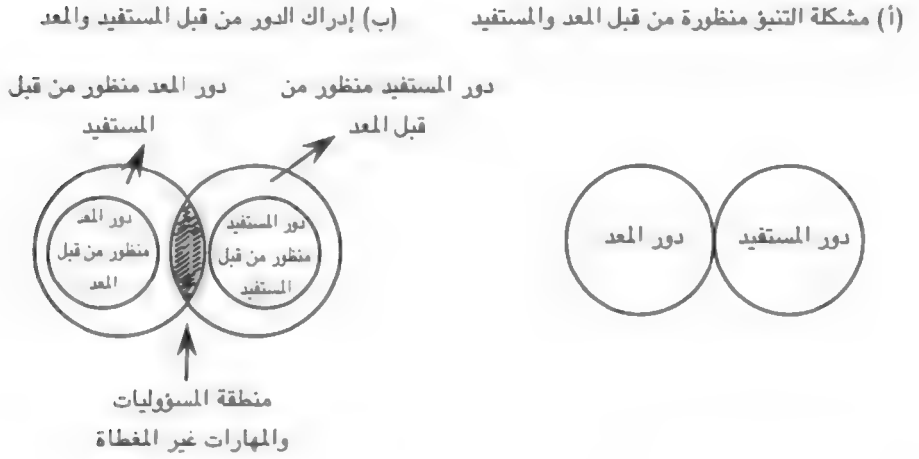
## رابعاً - البساطة وسهولة التطبيق :

إن المبدأ العام في مجال التنبؤ وتطبيق أساليبه هو أن الأساليب المستخدمة يجب أن تكون مفهومة من صانع القرار ؛ فلأن المدير هو المسؤول عن قراراته ؛ لهذا فإن التنبؤات التي لا تكون مفهومة من قبله وثقته بها محدودة لا يمكن أن يعول عليها الكثير . ومما يرتبط بهذا العامل مراعاة الفوارق الأساسية بين دور المستفيد من التنبؤ ودور المعد للتنبؤ ، فليس غريباً أن القدرة الفنية المتخصصة لمعد التنبؤ هي العنصر الأساسي لاختيار أسلوب التنبؤ ، وهذا الاختيار قد يعكس مشكلتين أساسيتين :

الأولى : أن أسلوب التنبؤ قد يكون ملائماً لخبرة المعد ، وليس ملائماً لحاجات وظروف المستفيد ؛ مما يجعل الأسلوب غير ملائم في التطبيق والاستخدام .

الثانية : أن أسلوب التنبؤ قد يكون ملائماً لخبرة المعد ، ولكنه ليس ملائماً لقدرة المستفيد (مدير العمليات مثلاً) على فهم تفاصيله وجوانبه الفنية خاصة ، وأن كلاً من المعد والمستفيد قد يقلص دوره واجباته حيال عملية التنبؤ وحيال بعضهما . ولتفسير ذلك فإن الشكل رقم (٥-٨-أ) يوضح مشكلة التنبؤ منظورة من قبل المستفيد والمعد ، في حين أن الشكل رقم (٥-٨-ب) يوضح إدراك كل من المستفيد والمعد لدوره ؛ مما يقلص دوريهما بشكل تنشأ معه منطقة مشتركة معتمدة بينهما تكون غير مغطاة بالمسؤوليات والمهارات ، وتسبب عادة في الإخفاق في عملية التنبؤ .

## الشكل رقم (٥-٨) : الفوارق بين دور المعد والمستفيد



## خامساً - الدقة :

إن مما يرتبط بشكل محكم بالتفاصيل المطلوبة في التنبؤ هو مستوى الدقة المطلوب ؛ ففي بعض الحالات فإن خطأ التنبؤ  $(\pm 10\%)$  قد يكون مقبولاً ، بينما في حالات أخرى فإن الخطأ  $(0.5\%)$  قد يكون كارثة .

## ٥-٩- أخطاء التنبؤ :

إن خطأ التنبؤ يتحدد كفرق عددي بين الحصيلة المتوقعة (التنبؤ) والحصيلة الفعلية (الطلب) أي أن :

$$\text{خطأ التنبؤ} = \text{الطلب الفعلي} .$$

إن التنبؤ الأفضل هو الذي يكون الخطأ فيه مساوياً للصفر أو قريباً من ذلك ، والعكس صحيح ، حيث كلما زاد الخطأ قلت أهمية وفاعلية أسلوب أو نموذج التنبؤ ، ويمثل قياس فاعلية التنبؤ خطوة مهمة في تقييم أسلوب التنبؤ . وهناك مقاييس عديدة يمكن استخدامها لهذا الغرض وإن كان لكل منها مأخذ ومزاياه في الحالات المختلفة .

### أولاً : متوسط الخطأ (Mean Error)

هو مقياس التحيز ، ويعتبر أحد مقاييس الدقة في التنبؤات ، ويتم احتساب هذا المقياس وفق الصيغة الآتية :

متوسط الخطأ (التحيز) = مج ( ت - ط ) \ ن ..... (١١-٥)

حيث ت = التنبؤ .

ط = الطلب الفعلى .

ن = عدد الفترات .

كلما اقترب متوسط الخطأ من الصفر كان التنبؤ أكثر دقة ؛ لأن هذا يعنى أن التنبؤ كان متطابقاً مع الطلب الفعلى أو قريباً من ذلك ؛ إلا أن ثمة مشاكل تواجه هذا المقياس وتقلل من أهميته فى الاستخدام ، ومنها أن أخطاء التنبؤ الموجبة تلغى أخطاء التنبؤ السالبة فى المجموع ؛ مما يخفى أخطاء التنبؤ ، والمثال (١٠-٥) يوضح ذلك .

مثال (١٠-٥) :

التنبؤ أدناه بالطلب فى ستة أشهر مع الطلب الفعلى فيها .

المطلوب : احتساب متوسط الخطأ وتفسير النتيجة .

الشهر	١	٢	٣	٤	٥	٦
التنبؤ (وحدة)	١٩٠	١٧٠	١٤٠	١١٠	١٦٠	١٣٠
الطلب الفعلى (وحدة)	١٦٠	١٤٠	١٦٠	١٥٠	١٧٠	١٢٠

الحل :

مجموع أخطاء التنبؤ =  $(١٦٠ - ١٩٠) + (١٤٠ - ١٧٠) + (١٦٠ - ١٤٠) + (١٥٠ - ١٦٠) + (١٧٠ - ١٣٠) + (١٢٠ - ١٦٠) = -١١٠$

$(١٥٠ - ١٢٠) + (١٧٠ - ١٦٠) = ١٥٠$  صفر

إذن متوسط التنبؤ = صفر .

التفسير : يلاحظ أن هناك ثلاثة من أخطاء التنبؤ موجبة وثلاثة سالبة ، وبفعل تساوى مجموع الأخطاء الموجبة مع مجموع الأخطاء السالبة ؛ فقد أزال أحدهما الآخر ، وبالتالي أخفت النتيجة أخطاء التنبؤ فى الأشهر الستة .

ومن المشكلات الأخرى التى تواجه هذا المقياس هو إخفاء الانتشار المختلف لأخطاء التنبؤ . والشكل رقم (٥-٩) يوضح ثلاثة توزيعات لها نفس المتوسط ولكن انتشارها مختلف حيث إن التوزيع :

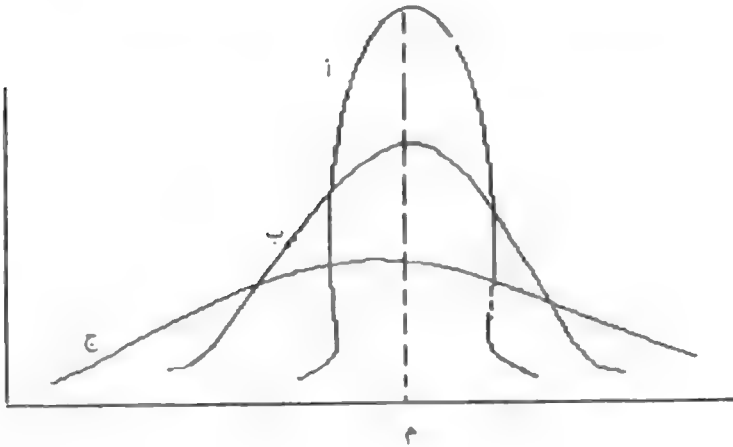
(أ) المتوسط أعلى والانتشار أقل .

(ب) المتوسط عالٍ والانتشار كبير نسبياً .

(ج) المتوسط أقل والانتشار أكبر .

وأن افتراض أى من التوزيعات على أنه يمثل التنبؤ ، والآخر يمثل الطلب الفعلى ؛ فإن مجموع الأخطاء يكون صفراً ، أى أن متوسط الخطأ يساوى صفراً ؛ رغم الانتشار المختلف بدرجة كبيرة ؛ مما يعنى أن أخطاء التنبؤ كبيرة .

الشكل رقم (٥-٩) : المتوسط متماثل والانتشار مختلف



### ثانياً : متوسط مربع الخطأ (Mean Squared Error) :

هذا المقياس يتجاوز أثر الإزالة فى المقياس السابق ؛ لهذا فإنه يستخدم على نطاق واسع ويحسب كالآتى :

$$\text{متوسط مربع الخطأ} = \text{مج} (ت - ط)^2 \backslash \text{ن} - ١ \dots\dots\dots (١٢-٥)$$

### ثالثاً : متوسط الانحرافات المطلقة (Mean Absolute Deviation) :

هو من المقاييس الواسعة الانتشار ؛ فبدلاً من استخدام تربيع الخطأ أو الانحراف (التنبؤ - الطلب) لتجاوز إزالة القيم الموجبة للقيم السابقة فى أخطاء التنبؤ - يتم استخدام القيمة المطلقة للخطأ ، ويرمز له | الخطأ | أو | التنبؤ - الطلب | ، وبهذه الطريقة تحول القيمة السالبة للخطأ إلى قيمة موجبة ، ويحسب هذا المقياس :

$$\text{متوسط الانحرافات المطلقة} = \text{مج} ت - ط \backslash \text{ن} \dots\dots\dots (١٣-٥)$$

### مثال (١١-٥) :

البيانات فى الجدول أدناه تمثل التنبؤ والطلب الفعلى فى (٨) فترات .

المطلوب :

- ١- احتساب متوسط الخطأ ، متوسط مربع الخطأ ، ومتوسط الانحرافات المطلقة .
- ٢- كيف يمكن لمدير العمليات الاستفادة من هذه المقاييس ؟ .

الشهر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
التنبؤ (وحدة)	٢١٥	٢١٦	٢١٥	٢١٤	٢١١	٢١٤	٢١٧	٢١٦
الطلب الفعلى (وحدة)	٢١٧	٢١٣	٢١٦	٢١٠	٢١٣	٢١٩	٢١٦	٢١٢



الحل :

١- احتساب المقاييس الثلاثة :

الفترة	التنبؤ	الطلب الفعلي	الخطأ (ت - ط)	الخطأ المطلق   ت - ط	مربع الخطأ (ت - ط) <sup>٢</sup>
١	٢١٥	٢١٧	٢-	٢	٤
٢	٢١٦	٢١٣	٣	٣	٩
٣	٢١٥	٢١٦	١-	١	١
٤	٢١٤	٢١٠	٤	٤	١٦
٥	٢١١	٢١٣	٢-	٢	٤
٦	٢١٤	٢١٩	٥-	٥	٢٥
٧	٢١٧	٢١٦	١	١	١
٨	٢١٦	٢١٢	٤	٤	١٦
المجموع			٢	٢٢	٧٦

متوسط الخطأ =  $٢ \div ٨ = ٠,٢٥$ متوسط مربع الخطأ =  $٧٦ \div ٨ = ١٠,٨٦$ متوسط الانحرافات المطلقة =  $٢٢ \div ٨ = ٢,٧٥$ 

يلاحظ أن متوسط الخطأ يقلص قيمة الأخطاء بفعل أثر الإزالة ، بينما متوسط مربع الخطأ أعطى قيمة أعلى للخطأ بفعل التربيع ، أما متوسط الانحرافات المطلقة ؛ فقد أعطى قيمة تقع بين الاثنين وهي قيمة أكثر تمثيلاً للأخطاء أو للانحرافات سواءً في القيم الموجبة والسالبة .

٢- إن مدير العمليات عند استخدامه لهذه المقاييس يستطيع أن يقارن النتائج ويوظفها من أجل الاختيار الملائم لأسلوب التنبؤ أو لتعديل التنبؤ ، فعند استخدام التهديئة الأسية فإنه يستطيع أن يعدل ثابت التهديئة ؛ ليعطى قيمة أدنى لهذه المقاييس .

### رابعاً : علامة التعقيب (Tracking Signal) :

إن التنبؤ يمكن أن يستخدم عموماً عندما تكون الأخطاء ناجمة عن التغيرات العشوائية ، وفي هذه الحالة يكون التنبؤ ملائماً : لهذا فإن معيار التقييم للتنبؤ عند الاختيار هو التأكد من أن الأخطاء الناجمة عن التنبؤ هي أخطاء عشوائية . ويتم تقييم التنبؤ في هذه الحالة باستخدام علامة التعقيب أو ما يسمى بمخططات الرقابة أو السيطرة ، حيث تحدد الإدارة الحد الأعلى والحد الأدنى لأخطاء التنبؤ للسيطرة عليها ، وهذه الطريقة سهلة الاستخدام وتركز على نسبة أخطاء التنبؤ المتراكمة إلى القيمة المناظرة للانحرافات المطلقة ، وتحسب علامة التعقيب بإحدى الطريقتين :

$$\text{علامة التعقيب} = \frac{\text{متوسط أخطاء التنبؤ المتراكمة}}{\text{متوسط الانحرافات المطلقة}} \dots\dots\dots (٥ - ١٤)$$

أو

$$\text{علامة التعقيب} = \frac{\text{مج ( ت - ط )}}{\text{مج | ت - ط |}} \dots\dots\dots (٥ - ١٥)$$

ولأغراض التطبيق فإن الإدارة تستخدم حداً أعلى وحداً أدنى (كمخطط رقابة) في علامة التعقيب . فإذا كان التنبؤ في كل فترة يتجاوز الحد الأعلى أو الأدنى ؛ فهذا يعني أن التنبؤ بحاجة إلى تعديل . وعادة ما تستخدم الإدارة قيمة حرجة مثلاً  $(\pm ٠,٧)$  كعلامة تعقيب ، ومن ثم يتم احتساب علامة التعقيب لكل فترة ؛ فإذا تجاوزت القيمة الحرجة ؛ فهذا يكون مؤشراً وعلامة دالة على حاجة التنبؤ إلى التعديل والتنبؤ الأفضل يكون عندما تأخذ علامة التعقيب قيمة صفر أو ما يقترب منه ، والمثال (٥-١٢) يوضح ذلك .

### مثال (٥-١٢) :

الآتي بيانات تتعلق بالتنبؤ والطلب الفعلي لخمس فترات ، وقد اعتمدت الإدارة قيمة  $(\pm ٠,٥)$  لعلامة التعقيب .

الفترة	١	٢	٣	٤	٥
التنبؤ	١٠	٢٠	٣٠	٥٠	٥٠
الطلب الفعلي	١١	١٩	٣١	٤١	٥٢

المطلوب : تقييم التنبؤ وتحديد هل هناك حاجة لتعديله باستخدام علامة التعقيب .  
الحل :

احتساب علامة التعقيب للفترات الخمس :

الفترة	التنبؤ (ت)	الطلب الفعلي (ط)	(ت - ط)	ت - ط	مج (ت - ط)	مج   ت - ط	علامة التعقيب للفترة
١	١١	١٠	١	١	١	١	١,٠٠
٢	١٩	٢٠	-١	١	صفر	٢	٠,٠٠
٣	٣١	٣٠	١	١	١	٣	٠,٣٣
٤	٤١	٥٠	-٩	٩	-٨	١٢	-٠,٦٧
٥	٥٢	٦٠	-٨	٨	-١٦	٢٠	-٠,٨٠

في ضوء ما حددته الإدارة من قيمة لعلامة التعقيب  $(\pm 0,5)$  ، نلاحظ من الجدول أعلاه أن هناك فترات فيها علامة التعقيب أقل من  $(\pm 0,5)$  وهي الفترات (٢) و (٣) ، بينما هناك فترات علامة التعقيب فيها أكبر من  $(\pm 0,5)$  كما في الفترات (١) (٤) و (٥) ؛ مما يعني أن نموذج التنبؤ بحاجة إلى إعادة فحص واختبار .

#### خامساً : مقاييس أخرى :

إلى جانب المقاييس الأربعة السابقة وهي الأكثر استخداماً توجد مقاييس أخرى نشير لها بإيجاز :

أ- نسبة الخطأ ، وتحسب كالآتي :

$$\text{نسبة الخطأ} = \left[ \frac{\text{ت} - \text{ط}}{\text{ت}} \right] \times 100 \dots\dots\dots (٥ - ١٦)$$

ب - نسبة المتوسط المطلق للخطأ ، ويحسب نسبة المتوسط المطلق للخطأ =  $\text{مج} | \text{ت} - \text{ط} | \div \text{ن}$

ج - نسبة متوسط الخطأ ، ويحسب :

نسبة متوسط الخطأ = مج (ت-ط) \ ن

د- الانحراف المعياري للأخطاء ويحسب :

$$\sqrt{\text{مجم (ت - ط)}^2 \div \text{ن}} = \text{الانحراف المعياري للأخطاء}$$

## ١٠-٥ - التنبؤ بمساعدة الحاسبة :

إن التنبؤ بمساعدة الحاسبة يمثل تطوراً اعتيادياً لاستخدامات الحاسبة . وتتوفر اليوم أنظمة عديدة لمساعدة المديرين ومحلى التنبؤ ، والبرنامج المعروف (CENSUS X-11) متاح لدى مكتب التعداد الأمريكى والذي يستخدم المتوسط المتحرك مع الأخذ بالاعتبار الاتجاه والعوامل الموسمية فى التحليل والتنبؤ فى السلاسل الزمنية . وهناك أيضاً مكتبة برامج التنبؤ التفاعلية على الحاسبة وتدعى (SIBYL/RUNNER) وهى تشمل (٢٠) أسلوباً من أساليب التنبؤ الشائعة ، وتتكون من جزأين ، الأول : يدرس البيانات التاريخية بهدف تحديد النمط الذى تأخذه تلك البيانات ، والثانى : يستخدم أسلوباً معيناً للتنبؤ بالاعتماد على النمط الذى تم تحديده فى الجزء الأول .

كما أن شركة (IBM) الأمريكية قدمت برنامج (INFORM) الذى يستخدم طريقة التهذئة الأسية ، وهناك أيضاً الحزم الإحصائية القياسية ، وفى مقدمتها الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية المعروفة (SPSS) ، إضافة إلى طرق أخرى مثل (SAS) و(BMDP) والتى تغطى بشكل جيد أساليب التنبؤ السببية . ولابد من التأكيد على أن الحاسبة بقدر ما أخذت تجعل التنبؤ بالأساليب الكمية أسهل وأسرع ؛ فإنها تساعد على استخدام الأساليب الأكثر تعقيداً والأكثر دقة فى التنبؤ ، إلا أن هذا لايعنى بأى حال أن الحاسبة ستلغى الحاجة إلى الأساليب النوعية ؛ لأن حدس المديرين وخبرتهم تظل ضرورية فى حالات كثيرة .

## الأسئلة :

- ١- كيف يمكن للشركات الجديدة أن تقوم بالتنبؤ بالطلب على منتجاتها في السوق ؟
- ٢- لماذا لا يمكن اعتبار التنبؤ عملاً عشوائياً . وضع أبعاد ذلك في ضوء السمات العامة للتنبؤات ؟
- ٣- وضع مايتى :
- ضوضاء عالية . - نمط الطلب الدائرى . - الاتجاه . - استقرار الطلب .
- ٤- كيف يمكن تفسير مبادلة الكلفة / الدقة في التنبؤ موضعاً ذلك في ضوء مستويات الدقة المتباينة لأساليب التنبؤ ؟
- ٥- ماهى الظروف الأفضل لاستخدام ما يأتى :
- أ - الأساليب النوعية .
- ب - الأساليب الكمية .
- ٦- لقد تم تطوير طريقة دلفى في مجال التنبؤ التكنولوجى طويل الأمد ، هل يمكن استخدام هذه الطريقة في التنبؤ بالطلب في الأمد القصير ، ولماذا ؟
- ٧- يعتبر خط الاتجاه العام عند رسمه بالطريقة البيانية تقريباً خطياً لتوزيع بيانات الطلب ، وضع كيف يمكن تحسين خط الاتجاه العام ليمثل بيانات الطلب ؟ .
- ٨- هل من الأفضل أن يكون عدد الفترات (ن) للمتوسط المتحرك كبيراً أم صغيراً وفي الحالتين الآتيتين ولماذا :
- أ- تغيرات كبيرة في الطلب .
- ب - تغيرات متدرجة صغيرة في الطلب .
- ٩- لماذا يستخدم معامل الارتباط ؟ ماهى مستويات تقييم العلاقة بين متغيرين باستخدام هذا المعامل ؟ وماذا تعنى قيمة معامل الارتباط السالبة والموجبة ؟
- ١٠- قارن بين المتوسط المتحرك والتهدئة الأسية ، وكيف يمكن تحقيق اتساق البيانات في الاثنين ؟

١١- علل لما يأتى :

- أ - إن التنبؤ بالطلب الموسمي يمكن أن يكون أفقه الزمنى يوماً أو أسبوعاً أو سنة .  
 ب- إن التنبؤ البؤرى قد لا يكون ذا جدوى فى الشركات الصغيرة .  
 ١٢- قارن بين دور المستفيد ودور المعدّ للتنبؤ، وكيف يؤدى اختلاف الأدوار إلى سوء استخدام التنبؤ ؟  
 ١٣- ماذا نعنى بخطأ التنبؤ ، وماهى مقاييس الفاعلية للتنبؤ ؟ .  
 ١٤- كيف يؤثر توفر برامج الحاسبة فى اختيار الأسلوب الملائم للتنبؤ ؟ .

## التمارين :

١- فى الجدول أدناه بيانات الطلب على المصاعد فى سبع فترات :

الشهر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
الطلب (الوحدة)	٤٢٠	٤١٥	٤٣٠	٤٤٥	٤٣٥	٤٥٠	٤٧٠

المطلوب : ما هو الطلب المتوقع فى الفترة الثامنة باستخدام :

- أ- الطريقة البيانية لخط الاتجاه العام .  
 ب- المتوسط المتحرك لثلاث فترات .  
 ج- المربعات الصغرى .  
 د- التهذئة الأسية إذا كان الطلب المتوقع فى الفترة الأولى (٤٠٠) وحدة وكانت الشركة تستخدم قيمة  $(\infty = ٠.٧)$  .  
 ٢- شركة الهلال الصناعية أجرت دراسة على طلب المكيفات والمبردات وقد توفرت البيانات الآتية عن الطلب عليهما خلال الفترة (١٩٩٢-١٩٩٨م) كما فى الجدول الآتى ، فإذا كان الطلب المتوقع على المبردات فى سنة ١٩٩٩م هو (١٤٠) ألفاً ، فما هو الطلب المتوقع على المكيفات فى هذه السنة باستخدام أسلوب المربعات الصغرى ؟

الشهر	١٩٩٢	١٩٩٣	١٩٩٤	١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧	١٩٩٨
الطلب على المبيعات (بالآلاف)	٢٠٠	١٩٠	١٧٥	١٨٠	١٦٠	١٦٥	١٥٥
الطلب على المكيفات (بالآلاف)	٨٠	٨٥	١٠٠	٩٥	١٠٥	١١٥	١٢٠

٣- استخدم البيانات في السؤال (١) لتحديد ما يأتي : متوسط الخطأ ، مربع متوسط الخطأ ، متوسط الانحرافات المطلقة وعلامة التعقيب إذا كان التنبؤ في الفترات السبع هو على التوالي (٤٠٠)(٤٥٠)(٤٤٠)(٤٦٠)(٤٦٥)(٤٥٠)(٤٦٠) .

٤- مدير العمليات في مصنع كبير لإنتاج المضخات عليه أن يختار بين أسلوبين بديلين للتنبؤ ، وقد استخدم كلا الأسلوبين لإعداد تنبؤات لستة أشهر . ما هو الأسلوب الأفضل للتنبؤ باستخدام متوسط الانحرافات المطلقة ؟

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦
الطلب (وحدة)	٢٦٠	٢٧٥	٢٨٠	٢٨٥	٢٩٠	٢٩٥
التنبؤ (وحدة)	٢٦٥	٢٧٢	٢٨٥	٢٩٢	٢٠٠	٢٢٠
الأسلوب الأول						
الأسلوب الثاني	٢٥٠	٢٦٤	٢٧٢	٢٧٥	٢٨٠	٢٨٢

## المراجع :

- ١- محمد توفيق ماضى - تخطيط ومراقبة الإنتاج - المكتب العربى الحديث ، بدون مدينة ، ١٩٩٢ م .
- 2- E.Adam Jr. & R.J.Ebert , Production and Operations Management, Printice - fall of India private Lmd . New Delhi 1993
- 3- J. Krajewski & B.Ritzman , Operations Management : Strategy and Analysis, Addison- Wesley Publishing Co. Reading , Massachusetts .1996 .
- 4- R. R Mayer , Production Management , McGraw-Hill ,New York ,1982.
- 5- S. Nahmias , Production and Operations Management ,Irwin , Homewood , Boston, 1989 .
- 6- R.G .Schroeder , Operations Management , McGraw-Hill Book Co. NewYork 1989 .
- 7- W.J.Stevenson , Production / Operations Management ,Irwin , Homewood Boston . 1990 .
- 8- S.C .Wheelwright & S.Makridakis , Forecasting Methods for Management , John Willy & Sons, New York .1985 .





## الفصل السادس : المنتج

- ١-٦ - المدخل .
- ٢-٦ - مفهوم المنتج والمنتج الجديد .
- ٣-٦ - إستراتيجية المنتج .
- ٤-٦ - تطوير المنتج .
- ٥-٦ - التبسيط والتنوع فى تطوير المنتجات .
  - أولاً : تبسيط المنتج .
  - ثانياً : تنوع المنتجات .
- ٦-٦ - أساليب تطوير المنتجات .
  - أولاً : الطريقة البديهية .
  - ثانياً : فريق المغامرة .
  - ثالثاً : دورة الابتكار .
- ٧-٦ - دورة حياة المنتج .
- ٨-٦ - دورة حياة الخدمة .
- ٩-٦ - العلاقة بين المنتج / التشغيل .
- ١٠-٦ - المنتج ومنحنى التعلم .
- ١١-٦ - التجربة اليابانية فى مجال المنتج .
  - الأسئلة .
  - التمارين .
  - المراجع .

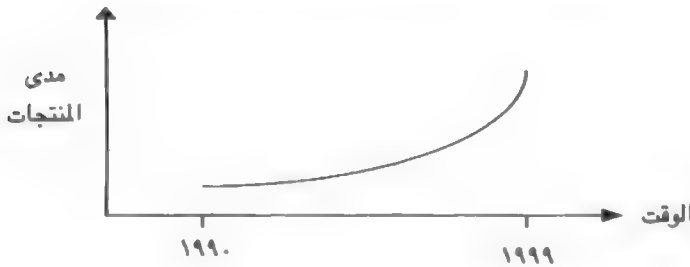


## ٦-١- المدخل :

إن السمة الأساسية لعصرنا الحديث هو التزايد المطرد في المنتجات وتنوعها الكبير الذي يجعل الكثير من المختصين يعتبرون أن أبرز سمات هذا العصر هو ما يسمى بثورة المنتجات ؛ ففي كل يوم تتوالد منتجات جديدة من المنتجات القديمة . وفي كل فترة وجيزة تولد أساليب وطرق جديدة تختلف كثيراً عن الأساليب والطرق السابقة ، وفي كل فترة تبتكر منتجات جديدة لم يكن لها نظير في السابق لتغير مجالات واسعة من المنتجات السابقة وإزاحتها من السوق . ولعل أقرب مثال على ذلك ابتكار الترانزستور الذي أزاح من السوق مجموعات واسعة من المنتجات الكهربائية التي كانت تستخدم الصمامات المفرغة .

إن أهم ما يلاحظ على تطور المنتجات هو السرعة الكبيرة التي يتم فيها تطوير المنتجات الموجودة وإدخال المنتجات الجديدة ؛ مما جعل دورة حياة المنتجات أقصر مما كانت ، وإن عدد المنتجات الجديدة في الفترة الحالية أكبر مما كان عليه في الماضي بشكل لا يقارن . وإن تنافس الشركات في ظل انفجار المنتجات الجديدة ؛ قد جعل دورة حياة المنتج التي كانت تستمر لعدة سنوات في الماضي أصبحت لا تستغرق إلا عدة أشهر ، والشكل رقم (٦-١) يوضح انفجار المنتجات الجديدة والتزايد شبه الأسّي لعدد هذه المنتجات في الفترة الحالية ، فبعد أن كان تطور المنتجات بطيئاً في بداية القرن العشرين ؛ أخذت سرعة هذا التطور بالتزايد لتصل ذروتها في التسعينيات والشكل رقم (٦-١) يوضح ذلك .

الشكل رقم (٦-١) : انفجار المنتجات الجديدة



ولعل هذا كله هو الذى يجعل تطوير المنتجات فى الشركات الحديثة يمثل مهمة أساسية تضطلع بها وظيفة أساسية هى وظيفة البحث والتطوير شأنها شأن الوظائف الرئيسية الأخرى كالإنتاج والتسويق والمالية .

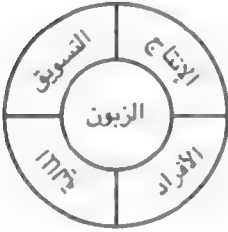
## ٦- ٢ - مفهوم المنتج والمنتج الجديد

إن المنتج هو دم الحياة الذى يحافظ على حيوية وتجدد الشركات ويعبر عن قدرتها الإنتاجية والتسويقية والابتكارية ، وهذا ما يجعل المنتج أكثر من شىء يمكن إنتاجه ؛ لأنه يرتبط بقدرات مهمة أخرى لاتقل أهمية عن القدرة على إنتاجه ؛ لهذا فإن المنتج فى الشركات الحديثة يعتبر عملية واسعة ومعقدة ابتداء من عملية البحث عن فكرة جديدة لمنتج جديد وتصميم شكله وخصائصه ونماذجه التجريبية الأولى، وصولاً إلى تسويقه ومتابعة تطويره فى دورة حياته فى السوق وحتى تدهوره وخروجه من السوق ليحل محله منتج آخر .

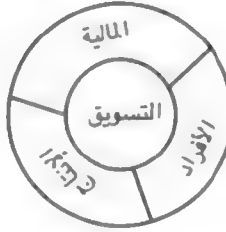
ويمكن تعريف المنتج بأنه " مجموعة من الخصائص المادية والكيميائية المجتمعة فى شكل محدد لإشباع حاجة معينة " كما يعرفه (كوتلر P.Kotler) تعريفاً موسعاً بأنه " الشىء الذى ينظر إليه على أنه قادر على إشباع حاجة أو رغبة " . ولا بد من أن نشير إلى تطور مفهوم المنتج ؛ ففي البدء كان المنتج يخضع لحتمية الإنتاج ؛ حيث إن المنتج يمثل مجموعة الخصائص الإنتاجية والجودة التى يمكن إنتاجها ، ولقد كان الزبون بعيداً عن الصورة وليس له دور فى هذه المرحلة ، وإن العبارة الشهيرة لـ(هنرى فورد Henry Ford) بأن الزبون حر فى أن يشتري أى سيارة يرغبها مادام لونها أسود ، تمثل هذا المدخل . إلا أن ظهور المنافسة واتساع تأثير الزبون فى اختيار المنتجات حسب حاجته ورغباته - قد أدى إلى الانتقال من المدخل الإنتاجى القائم على مبدأ إنتاج أقصى ما يمكن إنتاجه ، إلى المدخل التسويقي الذى يركز على الزبون أولاً مع اهتمام أدنى بالإنتاج وقدراته . ومثل هذا المدخل بقدر ما عالج الخلل فى المدخل الإنتاجى فى الاقتراب من الزبون إلا أنه هو الآخر قد بالغ فى التأكيد على الزبون بعيداً عن الاهتمام بالإنتاج وإمكاناته وقدراته فى الاستجابة المتطورة لحاجات الزبون، والشكل رقم (٦-٢) يوضح هذين المدخلين ، كما يوضح المدخل التكاملى فى المقطع (ج) الذى يجعل الزبون فى قلب الاهتمامات للوظائف الأساسية .

### الشكل رقم (٦-٢) : المدخل التكاملى

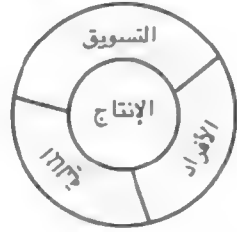
ج- المدخل التكاملى



ب- المدخل التسويقي



أ- المدخل الإنتاجى



ومن أجل الوضوح فى التمييز بين كل من المدخل الإنتاجى (إنتاج ما يمكن بيعه) والمدخل التسويقي (إنتاج ما يمكن بيعه حتى ولو كان موضة) ، نشير إلى أن المدخل الإنتاجى يمكن أن يكون شعاره " لا تبع اللحمه وإنما بع الشريحة المصنوعة حسب المواصفات " ، بينما المدخل التسويقي شعاره " لا تبع الشريحة وبع ما ينز " أى أن الشركة الناجحة لا تباع المنتج ، وإنما المنافع ، إلا أن المدخل التكاملى هو الذى يجمع بين مزايا المدخلين : الشريحة وما يصدر عنها من صوت يعجب الزبون عند القلى .

أما المنتج الجديد فإنه يمثل هدفاً أساسياً لعملية التطوير فى الشركات الحديثة ، ومن أجل تحديد مفهوم المنتج الجديد نشير إلى أن هناك ثلاث فئات للمنتج الجديد هى :

**أولاً - المنتجات التى تكون مبتكرة وفريدة وحقيقية :** ومن أمثلتها : علاج السرطان عند التوصل إليه حيث إن هذا العلاج لازال غير موجود حتى الآن ، والمنتجات فى هذه الفئة تختلف بشكل جوهري عما هو موجود من منتجات : فالترانزيستور يختلف جذرياً عن الصمامات المفرغة .

**ثانياً - تغييرات المنتجات الحالية :** التى تؤدى إلى التمييز الواضح بينها كما فى تغيير القهوة سريعة الذوبان إلى القهوة النشيطة ، وتغيير الشورية الجاهزة إلى الشورية الجافة ، ويدخل ضمن هذه الفئة التغييرات فى النماذج السنوية للملابس .

**ثالثاً - المنتجات المقلدة :** التى تكون جديدة بالنسبة إلى الشركات التى تدخلها فى الإنتاج لأول مرة ، ولكنها لا تكون جديدة فى السوق ، وهذه الفئة من المنتجات يمكن أن تدعى " منتجات أنا أيضاً Me - too Products " .

لقد أكدت الدراسات الكثيرة التى أجريت على المنتجات على أن القسم الأكبر من المنتجات تواجه الإخفاق والفشل فى السوق ، وأن المنتج الجديد الناجح يمثل حالة نادرة ، فمن بين كل (٢٥) منتجاً جديداً هناك منتج واحد يكون ناجحاً فعلياً . وإذا ما أخذنا فى الاعتبار أن الفكرة الجديدة التى تتحول بنجاح إلى منتج جديد هى أيضاً حالة نادرة؛ فلا يمكن إدراك درجة المخاطرة العالية التى تكتنف عملية تطوير المنتجات الحالية وإدخال المنتجات الجديدة .

لهذا كله نجد أن الشركات تعمل على تطوير إستراتيجية المنتج التى تتلاءم مع مواردها المالية وإمكاناتها التكنولوجية والبشرية وظروف السوق وإمكانات المنافسين الأساسية سواء فى الكلفة - السعر ، أو الخصائص الوظيفية أو الابتكار التكنولوجي ، أو الجودة العالية أو القدرة الكبيرة على تلبية حاجات الزبائن ؛ مما يجعل المنتج الجديد هو الشكل الأكثر تطوراً وقدرة على تحقيق النجاح وتكون إستراتيجية المنتج هى الموجه الفعّال نحو هذا النجاح .

## ٦ - ٢ - إستراتيجيات المنتج :

إن قرار المنتج الذى ستقوم الشركة بإنتاجه يعتبر قراراً إستراتيجياً ؛ لأن هذا القرار يرتبط باختيار قطاع الإنتاج وحجم المصنع ونمط الإنتاج والتنظيم الداخلى . ويترتب على قرار المنتج غير الملائم كلفة عالية وأثار طويلة الأمد ؛ لهذا فإن القرار يعتمد عادة على دراسات معمقة اقتصادية وفنية . وفى سياق هذه الدراسة لابد من أن تحدد الشركة الإستراتيجية الملائمة التى ستعتمد عليها ، وبشكل عام يمكن تحديد أربع إستراتيجيات للمنتج يمكن الاختيار من بينها حسب ظروف وإمكانات كل شركة . وهذه الإستراتيجيات الأربع هى :

**أولاً - الإستراتيجية الهجومية (Offensive Strategy) :** تدعى أيضاً إستراتيجية قائد السوق وهذه الإستراتيجية تستهدف أن تكون الشركة هى الأولى فى

مجالها في تطوير المنتجات الحالية وإدخال المنتجات الجديدة حيث تعمل على التوصل إلى الفكرة الجديدة والمنتج الجديد بالاعتماد على قدرتها التكنولوجية مثل شركة (Texas Instruments) في ترانزيستور السليكون ، وقبلها شركة سوني في الترانزيستور بدلاً من الصمامات المفرغة ، وكذلك ما قامت به شركة ولكنستون في الخمسينيات عندما غزت الأسواق بشفرات الحلاقة من الفولاذ الذي لا يصدأ ، وفي الستينيات قامت شركة (Texas Instruments) بغزو الأسواق بساعات إلكترونية رخيصة .

إن هذه الإستراتيجية تتطلب جهوداً كثيفة في البحث والتطوير والتطبيقات الهندسية : لأن القيادة الفنية تستلزم موارد كبيرة ومقدرة على تحمل مخاطر كبيرة لا يمكن تحملها إلا من قبل الشركات الكبيرة ، ومثل هذه الإستراتيجية لا تعتمد على الهيمنة على السوق في مجالها بالاعتماد على الفن التكنولوجي وحسب ، إنما أيضاً القيام بإجراءات عدوانية للهيمنة على السوق باستخدام التسعير اعتماداً على منحنى التعلم الذي يكون سبباً في خفض الكلفة كما سنوضح ذلك في فقرة لاحقة .

**ثانياً - الإستراتيجية الدفاعية (Defensive Strategy) :** تدعى أيضاً إستراتيجية اتباع القائد : فلأن الإستراتيجية الأولى خطيرة ومكلفة : فإن الشركات تفضل تبني وضعية دفاعية تمكنها من تجنب المخاطرة الناجمة من أن تكون الأولى في السوق حيث الابتكار يحمل عدم التأكد فنياً واقتصادياً : لهذا فإن الشركات تتبنى الإستراتيجية الدفاعية عندما تكون لديها القدرة على التطوير والحقا بسرعة بالشركة القائدة أو الأولى في السوق . وبهذه الطريقة فإن الشركة التي تتبنى هذه الإستراتيجية عندما يكون الابتكار خاسراً ، لن تخسر شيئاً ، وإذا كان رابحاً لدى الشركة القائدة فإنها تسعى إلى الحق بالأولى حيث تظل دائماً هناك غنائم .

إن هذه الإستراتيجية - عكس الأولى - تتطلب قدرة ضئيلة على البحث إلا أنها تستلزم قدرة تطويرية وهندسية كبيرة تمكنها من الاستجابة الفنية السريعة للمنتج المطور من قبل قادة السوق . ولقد اتبع كبار المنتجين الأوروبيين في مجال أشباه الموصلات مثل فيلبس وسيمنس وثومسون هذه الإستراتيجية إزاء أندادهم الأمريكيين ، كما اتبعها اليابانيون في الستينيات والسبعينيات .



### ثالثاً - الإستراتيجية الموجهة للتطبيقات (The Application - Oriented Strategy) :

هذه الإستراتيجية تعتمد على قدرة الشركة الكبيرة على إدخال التعديلات على المنتج الحالي وتكييفه ؛ ليخدم قسماً محدوداً ومحدداً في السوق . وإن الشركة التي تتبع هذه الإستراتيجية وعادة هي من الشركات المتوسطة أو الصغيرة ، تدخل السوق في مرحلة نضوج المنتج وتوجيهه من خلال التطوير نحو فئة معينة من السوق . وهذه الإستراتيجية تستلزم جهوداً ضئيلة في البحث والتطوير مع جهد قوى وكبير في هندسة الإنتاج .

### رابعاً - إستراتيجية الإنتاج الكفاء (The Efficient Production Strategy) :

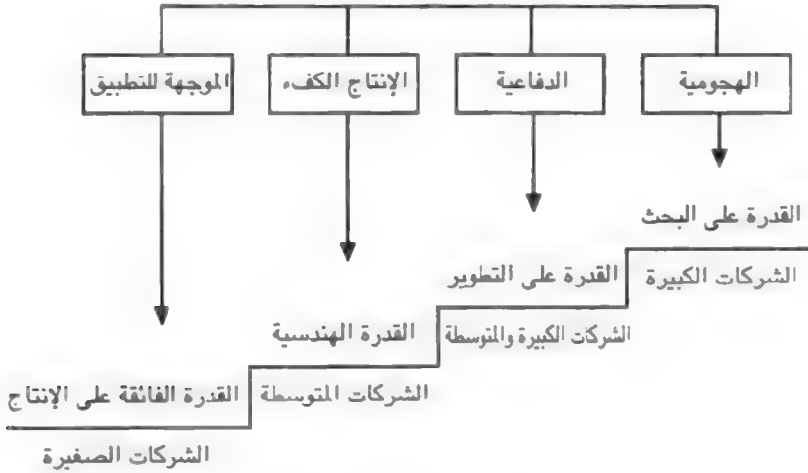
هذه الإستراتيجية تعتمد على كفاءة متفوقة في التصنيع والسيطرة على الكلف . وإن المنافسة بالسعر والتجهيز الفعال يكونان أكثر أهمية في هذه الإستراتيجية ، وإن الشركات الصغيرة التي تتبع هذه الإستراتيجية عادة تدخل السوق في مرحلة نضوج المنتج . وفي مثل هذه الإستراتيجية جهود كبيرة في البحث والتطوير ، ولكن بالمقابل تستلزم جهوداً إنتاجية كبيرة وكفاءة عالية في السيطرة على الإنتاج . ويوضح الشكل رقم (٦-٣) هذه الإستراتيجيات ومستلزماتها الأساسية .

كما أن (شرويدر R.G.Schroeder) بالاعتماد على المداخل المختلفة قدم تحديداً آخر لإستراتيجيات المنتج وهي كالآتي :

### أولاً - إستراتيجية الدفع التكنولوجية (Technology - Push Strategy) :

حيث إن المنتج يتم تطويره بالاعتماد أولاً على تكنولوجيا الإنتاج مع اهتمام أقل بالسوق . وفي هذه الإستراتيجية فإن محور التطوير هو الإنتاج وحدود القدرة الفنية، بينما وظيفة التسويق لا دور لها إلا خلق السوق لبيع المنتجات . وكما نلاحظ فإن هذه الإستراتيجية تعتمد على المدخل الإنتاجي الذي سبقت الإشارة إليه .

الشكل رقم (٦-٢) إستراتيجيات المنتج



**ثانيًا - إستراتيجية شد السوق (Market - Pull Strategy) :** فى هذه الإستراتيجية فإن المنتج يتم تطويره بالاعتماد أولاً على السوق مع أقل قدر من الاهتمام بالتكنولوجيا الموجودة وعمليات الإنتاج ، أى أن حاجات الزبون هى الأساس فى التطوير ، وهذا هو المدخل التسويقي .

**ثالثًا - الرؤية الوظيفية المتبادلة (Interfunctional View) :** إن المنتج فيها يتم تطويره من خلال التفاعل الوظيفي القائم على التعاون والتنسيق والتكامل بين الوظائف المختلفة : الإنتاج ، التسويق ، المالية ، الهندسة ، .... إلخ . وهذه إستراتيجية رغم أنها الأفضل إلا أنها الأصعب فى التنفيذ بالنظر إلى التنافس بين الوظائف المختلفة .

إن الإستراتيجية المثلى للمنتج لا يمكن تحديدها بشكل مطلق ، وإنما يمكن لكل شركة أن تحدد الإستراتيجية الملائمة حسب ظروفها الداخلية والخارجية وإمكاناتها وحجمها وطبيعة المجال الذى تعمل فيه : مما يتطلب القيام بالتحليل العميق للبيئة الداخلية والخارجية : من أجل تحديد الإستراتيجية الملائمة التى تحقق لها الميزة فى السوق .

## ٦-٤ - تطوير المنتجات :

ليس هناك منتج يمكن أن يستمر في السوق لفترة طويلة بدون تغيير أو تطوير ، وإن الشركات الحديثة تدرك جيداً أن التغير التكنولوجي والتسويقي وكذلك التغير في حاجات ورغبات الزبائن - يجعل من غير الممكن المحافظة على نفس الحصة والمركز في السوق بالمنتوج الحالي بدون تغيير أو تعديل لفترة طويلة ؛ لهذا فالشركة التي لا تطور منتجاتها تواجه خطر التقادم ؛ لأن المنافسين سوف يطورون منتجاتهم ؛ ليجعلوا منتجات الشركات الأخرى خارج الاستعمال ، ويمكن أن نحدد الأسباب الأساسية المؤدية إلى تطوير الشركات لمنتجاتها كالآتي :

أ - المنافسة : لأن وجود المنافسة يخلق ضغوطاً متبادلة على جميع المنافسين من أجل التفوق ، وأن أحد الأساليب الأساسية في هذا التفوق هو تطوير المنتجات ؛ لهذا فإن الشركات الحديثة في سوق المنافسة لكي تحافظ على مركزها وحصتها السوقية؛ فلا بد أن تكون لها خططها وبرامجها الواضحة في هذا المجال .

ب - تطور حاجات الزبون ونوعيتها : ذلك لأن تحسن مستوى المعيشة والمستوى الثقافي عامة في المجتمع يؤدي إلى تغير حاجات الفرد ونوعية الوسائل والمنتجات والخدمات المطلوبة لإشباعها ؛ مما يفرض على الشركات الحديثة متابعة هذه التغيرات في حاجات وأذواق وطلبات الزبائن والاستجابة السريعة لها من خلال تطوير منتجات جديدة وتحسين المنتجات الحالية .

ج - المساءلة القانونية : إن المالكين وكذلك إدارة المصنع يكونون مسؤولين عن أية منتجات ذات جودة رديئة يمكن أن تضر بالصحة العامة ، أو تستخدم مواد أو تركيبات كيميائية يحظرها القانون بعد ثبوت خطورتها على الإنسان أو البيئة ، وإزاء هذه الحالة فإن الإدارة تعمل جادة من أجل تحسن جودة المنتجات وتطوير منتجات جديدة تستخدم مواد وتركيبات كيميائية جديدة أكثر أماناً وقبولاً لتجنب المساءلة القانونية .

د - التطور التكنولوجي : حيث إن التطور التكنولوجي السريع أدى إلى نتيجة واضحة هي تسارع ظهور واختفاء المنتجات وقصر دورة حياتها ؛ مما يفرض على

الشركات وضع برامج تطوير منتجاتها لتفادي تقادمها ، وتعتبر برامج البحث والتطوير (R&D) والأساليب الحديثة فى تطوير المنتجات مثل دورة الابتكار - مؤشرات واضحة على استجابة الشركات لهذا التطور وأثاره على سرعة تطور المنتجات فى ظل ما يسمى ثورة المنتجات .

إن هذه الأسباب وغيرها أدت إلى أن الشركات لم يعد بإمكانها الاختيار بين التطوير وعدم التطوير لمنتجاتها إذا ما أرادت التوسع أو البقاء فى السوق . وإن جميع الشركات الحديثة تضع برامجها المتقدمة والميزانيات الكبيرة وتستخدم ألمع الرجال والخبرات من أجل تطوير منتجاتها بالسرعة الكافية للبقاء فى السوق الذى أصبح أكثر عرضة للتغيرات المتسارعة والمفروضة من التشريعات الحكومية ، أو من الزبائن أو من الشركات المتنافسة نفسها .

كما أن الشركات الكبرى أخذت تستخدم ما يسمى بالتجسس الصناعى: من أجل الكشف عن برامج المنافسين فى مجال تطوير المنتجات واتباع أساليب التخابر الصناعى لجمع المعلومات عن هذه البرامج . وهذا ما يكشف حقيقة المخاطرة الكبيرة التى أصبحت تكتنف هذا المجال بعد أن أصبح تطور المنتجات هو السمة الأبرز فى السوق الحديثة . وإن التنافس فيها هو المجال الأكثر أهمية والتحدى الذى يجب أن تستعد له جميع الشركات الكبيرة والمتوسطة والصغيرة حسب ظروفها وإمكاناتها . ولعل هذا يفسر اهتمام هذه الشركات بأساليب تطوير المنتجات ودراساتها للتوصل إلى الأسلوب الملائم حسب ظروفها وإمكاناتها .

## ٦ - ٥ - التبسيط والتنوع فى تطوير المنتجات :

ثمة اتجاهان أساسيان فى تطوير المنتجات لابد من مراعاتهما وتحديد سياسة الشركة إزاءهما وهما :

### أولاً : تبسيط المنتج (Product Simplification) :

يشير تبسيط المنتج إلى تحديد الدرجة المثلى لتنوع المنتج : حيث إن التنوع الزائد (زيادة عدد المنتجات المختلفة التى تقوم الشركة بإنتاجها) - يزيد الكلفة ، بينما

التنوع القليل يخفض المبيعات . فمن وجهة نظر الإنتاج فإن التنوع يزيد من أعباء الإنتاج والكلفة المرتبطة بذلك (مثل كلفة الجدولة والتصميم والإعداد وغيرها) . في حين أن وجهة نظر التسويق تقوم على أن وجود عدد كبير من المنتجات يحسن الخدمة للزبون ؛ لأنه يوفر أمامه فرصة أكبر لاختيار المنتجات حسب حاجته مما يزيد من المبيعات ، وإن خفض التنوع بالمقارنة مع المنافسين لابد أن يؤدي إلى تقليص المبيعات ؛ لهذا لابد من الموازنة مابين تبسيط المنتج (أي خفض عدد وأنواع المنتجات) وتنوع المنتجات عند المستوى الأمثل الذي يضمن قدرًا ملائمًا من التبسيط والتنوع .

وبالإمكان استخدام تحليل باريتو (Pareto Analysis) أو ما يدعى بتحليل (أ ب ج) للتوصل إلى هذا المستوى؛ حيث إن النسبة الأكبر من المبيعات تأتي من عدد قليل من المنتجات (الفئة أ) التي ينبغي الحرص على إنتاجها مقابل تقليص التنوع الكبير في فئتي المنتجات (ب) و (ج) التي رغم تنوعها الكبير لا تحقق إلا نسبة قليلة من المبيعات .

ولابد من الإشارة إلى أن التبسيط يمثل الميل إلى التخصص وهذا ما تعتمد عليه الشركات الكبرى القائدة التي تسعى إلى الاستفادة من اقتصاديات الحجم بإنتاج عدد محدود من المنتجات (عدم التنوع) بكميات كبيرة جداً تساعد على تحقيق ميزة كلفة الوحدة الأدنى .

### ثانيا - تنوع المنتجات (Product Diversification) :

إن تنوع المنتجات هو عكس التبسيط ؛ فهو يؤدي إلى زيادة عدد وأنواع المنتجات وتوالد خطوط الإنتاج . وقد يكون التنوع ضرورياً لأغراض المنافسة ، أو لاستقرار المبيعات في المنتجات الموسمية أو عند وجود سعة زائدة أو عاطلة إضافة إلى حماية الشركة من المخاطرة الناجمة عن دخول منتج أو أكثر مرحلة التدهور في دورة حياة المنتجات ، إلا أن له عيوباً عديدة ؛ حيث إن الإنتاج يكون بكميات صغيرة (إنتاج الوجبة) وكلفة أعلى للعمل ، المواد ، كلفة الإعداد ، وازدياد المخزون (لدى المنتج والموزع وبنائهم المفرد)، إضافة إلى الكلفة الخفية في العمل الورقي والحيز المكاني والشراء . وهذه العيوب تجعل من غير الملائم المبالغة في التنوع كما في التبسيط الذي يجب فيه عدم المبالغة ؛ لأنه يحرم الشركة من المزايا الناجمة عن التنوع . وهناك ثلاثة أنواع للتنوع هي :

أ - التنوع الأفقى (Horizontal Diversification) : يشير إلى التوسع فى منتجات متشابهة ومتكاملة باستخدام نفس المعدات والمواد والعمال وقنوات التوزيع ، كما فى الصناعات الهندسية : الثلاجات ، الغسالات ، المراوح ... إلخ .

ب - التنوع العمودى (Vertical Diversification) : هو التوسع بالصنع بدلاً من الشراء من خلال التكامل العمودى ، الذى قد يكون إلى الخلف باتجاه تجهيز المواد ، أو إلى الأمام باتجاه قنوات التوزيع والبيع بالتجزئة أو المفرد .

ج - التنوع الجانبي (Lateral Diversification) : هو التوسع خارج مجال الصناعة المحدد وبعيداً عن المنتجات المتعلقة بذلك المجال من أجل استغلال الموارد المتاحة .

والسؤال الذى نطرحه فى هذا المجال هو : كيف يمكن تحديد المستوى الملائم أو الأمثل للتبسيط والتنوع بما يحقق أفضل النتائج على صعيد الكلفة وتحسين خدمة الزبون . ومن أجل الإجابة نشير إلى ما يأتى :

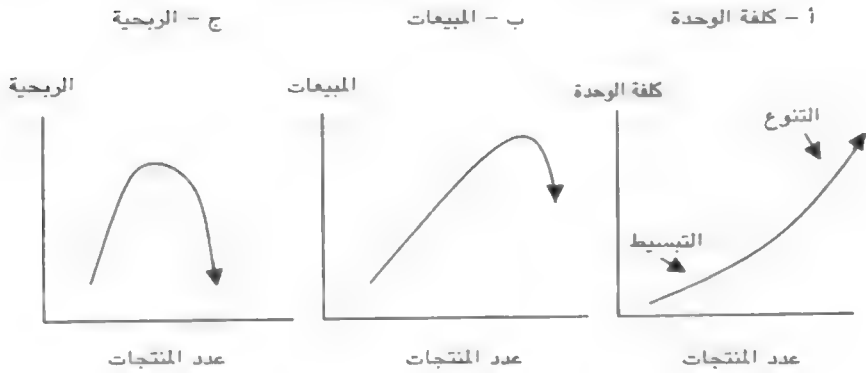
#### أولاً - المبادلة بين التبسيط / التنوع :

إن التبسيط يحمل ميزة أساسية تتمثل فى الاستفادة بدرجة أكبر من اقتصاديات الحجم وبالتالي تحقيق كلفة الوحدة الأدنى ، ولكنه من جانب آخر يحمل مخاطرة أعلى ؛ لأنه يؤدي إلى مبيعات أقل عند وجود شركات منافسة ذات تنوع أكبر فى منتجاتها . وبالمقابل فإن التنوع يمنح ميزة أكبر فى خدمة الزبون ، لكنه يؤدي إلى كلفة أعلى للوحدة ، إضافة إلى أن التنوع الزائد يربك التسويق ويشتت الإمكانات ، والشكل رقم (٦-٤-أ) يوضح أنه مع التبسيط (عدد أقل من المنتجات) تكون كلفة الوحدة منخفضة والعكس مع التنوع .

كما أن الشكل رقم (٦-٤-ب) يوضح أن المبيعات تزداد مع التنوع حتى تصل إلى مستوى معين ، ثم تبدأ فى الانخفاض ؛ لأن الكلفة تبدأ بالتزايد بشكل لا يقنع الزبون رغم التنوع فتبتدأ المبيعات فى التناقص كما يظهر فى هذا الشكل .

فى الشكل (٦ - ٤ - ج) نجد أن الربحية مع التنوع وزيادة عدد المنتجات تأخذ فى الزيادة ، حتى تصل إلى مستوى معين تبدأ بعدها بالانخفاض بسبب انخفاض المبيعات الناجم عن تزايد كلفة الوحدة جراء التنوع الزائد ، ولابد من ملاحظة أن أعلى مستوى للمبيعات ، وبالتالي أعلى مستوى من الربحية يمثل المستوى الملائم ، وربما الأمثل للمبادلة المطلوبة بين التبسيط والتنوع .

### الشكل رقم (٦ - ٤) : مبادلة التبسيط والتنوع



### ثانياً - التصميم المركب :

إن التصميم المركب أسلوب فعال لمعالجة المشكلات الناجمة عن التنوع فى المنتجات (والكلفة العالية والإنتاج المحدود) : حيث إنه يجعل من الممكن امتلاك تنوع أكبر فى المنتجات النهائية وتنوع أقل (أى تبسيط أكبر) فى المكونات والأجزاء فى نفس الوقت . والفكرة الأساسية لهذا الأسلوب هى تطوير مجموعة من أجزاء المنتج الأساس (المنتج المركب) التى يمكن تجميعها فى عدد لا محدود من التوافقيات أو التراكيب بما يحقق فى كل توافقية أو تركيبية نموذجاً جديداً من المنتج ، وبهذه الطريقة يحصل الزبون على عدد أكبر من المنتجات المتنوعة .

لقد تم التوصل إلى هذا الأسلوب من تجربة قام بها طلبة جامعة هارفرد في مجال صناعة الأسرة ؛ فقد وجد الطلبة في عملية تصنيع الأسرة أن هناك (٥٠٪) من التشكيلات المنتجة مبيعاتها (٣٪) فقط . ولعلاج مشكلة التنوع الزائد اقترحوا (٤) أنواع رئيسية من الأسرة : اعتيادية لشخص واحد ، اعتيادية لشخصين ، درجة ممتازة لشخص واحد ، درجة ممتازة لشخصين . وفي إعداد الحشية تم تحديد (٣) أنواع من النوايض و(٣) أنواع من سمك الحشية و (٨) أنواع من ألوان وتصاميم الحشية . وبهذا التنوع المحدود يمكن التوصل إلى عدد كبير من التشكيلات ، وفي مثال الأسرة فإن عدد التشكيلات المحتمل هو (٢٨٨) تشكيلة (٤ حجوم ٣ x ٣ نوايض ٣ x حشيات ٨ x ألوان وتصاميم) . ويمكن أن نلاحظ بسهولة أنه ليس كل التشكيلات ستنتج لأن هذا غير مقبول ، فمثلاً نابض ضعيف يستخدم لسرير لشخص واحد لا يمكن استخدامه في سرير لشخصين ، وكذلك حشية سميكة لا تستخدم في سرير لشخص واحد ؛ مما يقلص التشكيلات . وبهذا الأسلوب يتحقق التنوع والتبسيط للإنتاج بحجم كبير وأجزاء قياسية .

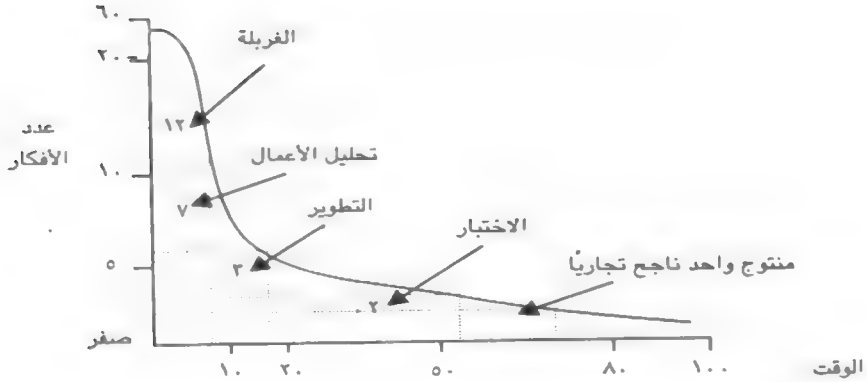
## ٦-٦ - أساليب تطوير المنتجات :

تعتبر دراسة أساليب تطوير المنتجات مهمة ؛ لأنه ليس هناك أسلوب واحد يلانم جميع الشركات ، كما أن الدراسات كشفت أن هذه الأساليب تتباين في قدرتها على تحقيق أهداف الشركات في تطوير منتجاتها الحالية والتوصل إلى منتجات جديدة ، وكذلك لأن عملية المنتجات نفسها عملية معقدة وتستلزم مراحل متعددة تؤثر بشكل كبير على نجاح الأفكار الجديدة ووصولها إلى السوق كمنتجات جديدة . ويوضح الشكل رقم (٦-٥) كما أشار (شرويدر R.G.Schroeder) أن من بين (٥٨) فكرة جديدة قدمت لتطوير المنتجات كانت هناك (١٢) فكرة صالحة بعد عملية الفريلة ، منها (٧) أفكار فقط صالحة وملائمة في ضوء تحليل الأعمال ، ومنها (٣) أفكار صالحة للتطوير ، وفكرتان فقط بقيتا ملائمتين بعد الاختبار ؛ ليخرج منها في النهاية منتوج واحد يمكن أن يكون ناجحاً من الناحية التجارية ؛ مما يكشف درجة التعقيد أو الصعوبة في عملية تحويل فكرة جديدة من الورق والمخططات إلى منتوج يتم تسويقه



بنجاح في السوق ورغم وجود عدد كبير من أساليب تطوير المنتجات حسب تجارب الشركات ، إلا أننا سنعرض لثلاثة أساليب مهمة لتطوير المنتجات وهي كالآتي :

### الشكل رقم (٦-٥) : مراحل تطوير المنتج الجديد

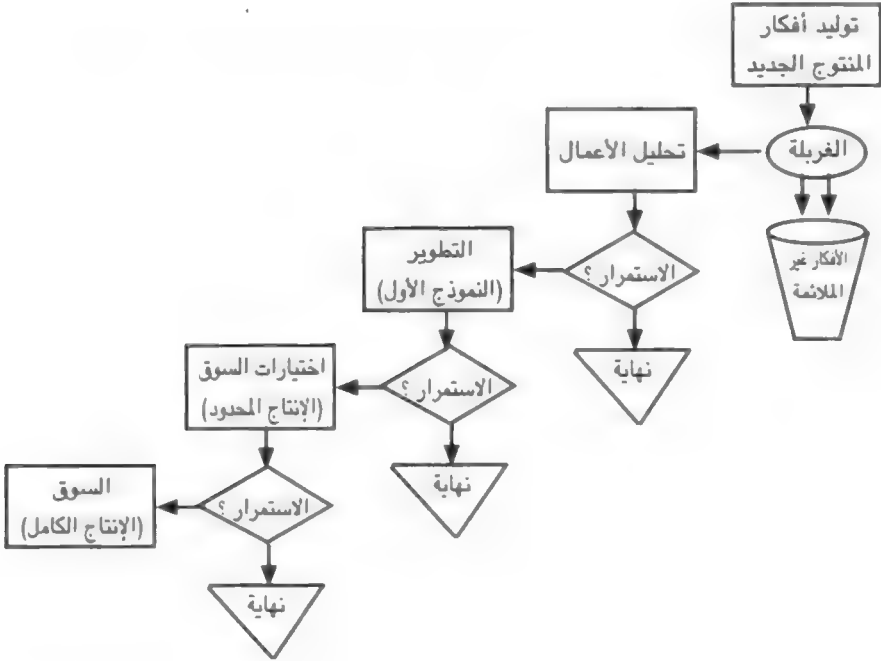


### أولاً - الطريقة البديهية (Intuitive Method) :

إن هذه الطريقة تعتبر تجريبية ؛ لأنها لاتحدد أسلوباً محدداً للحصول على الأفكار الجديدة ، وإنما هي تستخدم كل السبل المتاحة للحصول على الأفكار الجديدة من المصادر الداخلية والخارجية ؛ حيث إن المصادر الداخلية تتمثل بالعاملين وضمنهم المبتكرون والباحثون في الشركة . أما المصادر الخارجية فتشير إلى : براءات الاختراع وتراخيصها ، الدوريات العلمية ، المؤتمرات ، والموزعين (تجار الجملة والمفرد) ، مقترحات وشكاوى الزبائن ... إلخ . ويوضح الشكل رقم (٦-٦) الخطوات الأساسية في هذه الطريقة ؛ حيث إن هذه الخطوات هي : توليد الأفكار من المصادر الداخلية والخارجية ، الغربة ، تحليل الأعمال . ويلاحظ في الشكل نفسه أن هناك نقطة قرار حول إمكانية الاستمرار أم لا حسب بيئة الأعمال من حيث سياسة الشركة وخصائص السوق والمنافسين وغيرها ؛ ليأتي بعدها تطوير النموذج الأولي ونقطة قرار ثانية حول

الاستمرار أو عدم الاستمرار . وعند الاستمرار تأتي خطوة أخرى تتعلق باختيار السوق حيث يتم الإنتاج المحدود للمنتج وتوزيعه في أسواق محددة ، فإذا كانت النتائج إيجابية يتم التوسع في الأسواق والإنتاج الكامل كما مبين في الشكل رقم (٦-٦) .

الشكل رقم (٦-٦) : عملية تطوير المنتج الجديد (الطريقة البديهية)



## ثانيا - فريق المغامرة (Venture Team) :

أسلوب ابتكره (Hill and Hlavacek) واقترحه في عام ١٩٧٢م وقد انتشر استخدامه بسرعة في الكثير من الشركات . وهو أسلوب لإدارة المنتج الجديد من الفكرة إلى التسويق بالإنتاج الكامل ، ويقوم على تشكيل فريق صغير متعدد الاختصاصات ويفصل عن بقية الشركة لضمان استقلاليته في العمل . ويتكون الفريق من ممثلين عن الإنتاج ، المالية والتسويق . وعند التوصل إلى نتائج إيجابية : فإنه يقدم مقترحاته إلى الإدارة العليا مباشرة حول المنتجات الحالية والجديدة ، وبهذه الطريقة يتجاوز الفريق المشكلات الناجمة عن البنى التنظيمية التقليدية والإجراءات البيروقراطية، إضافة إلى أن الفريق يعطى لتطوير المنتجات أهمية خاصة في الشركة .

## ثالثا - دورة الابتكار (Innovation Cycle) :

إن دورة الابتكار أسلوب علمي لتطوير المنتجات الحالية والتوصل إلى المنتجات المبتكرة الجديدة التي تحقق أهداف المنظمة بكفاءة أعلى وإشباع حاجات الزبون بشكل أفضل ، وهذا الأسلوب هو الأكثر ملاءمة للاتجاهات الحديثة في العلم والتكنولوجيا ، حيث التطور السريع المطرد في هذين المجالين الحيويين يستلزم أسلوباً علمياً أكثر استقراراً واستمراراً في خلق ومتابعة الأفكار الجديدة وتحويلها إلى منتجات جديدة .

وبالنظر للكلف العالية التي يتطلبها هذا الأسلوب كالكلف المتعلقة بالمختبرات واستخدام ألمع الباحثين والاستثمار في المصانع الرائدة وغيرها ، فإن الشركات الكبرى هي الأكثر اعتماداً على هذا الأسلوب الذي رغم استخدامه في الشركات لأغراض تجارية ، فإنه لا يخلو من أغراض علمية تتمثل في البحوث الأساسية التي يتم تمويلها ، وبعدئذ الاستفادة من نتائجها لأغراض التطبيق ، وتتكون دورة الابتكار من مراحل أساسية هي :

أ- **البحث الأساسي** : إن البحث الأساسي هو مجموعة الجهود العلمية المبذولة : من أجل إغناء المعرفة الإنسانية والتراث العلمي للبشرية دون أن تكون له أغراض تجارية . والشركات تقوم بهذا النوع من البحوث أو تمويل القيام بها في الجامعات

ومراكز البحث العلمي من أجل التوصل إلى القوانين العلمية والمبادئ الجديدة التي تشكل أساساً مهماً لتوليد الأفكار الجديدة . ولأن هذا النوع من البحوث يكون بدون أغراض تجارية ؛ فإن غالبية الأفكار الجديدة التي يتم التوصل إليها ليست مفيدة أو قابلة للتطبيق ، والواقع أن (٩٠٪) من هذه البحوث التي تنجز في الجامعات (وينسبة أقل من البحوث الأساسية في الشركات أيضاً) تكون غير قابلة للتطبيق ، بينما (١٠٪) فقط منها يكون ذا جدوى في التطبيق .

**ب - البحث التطبيقي :** إن هذا النوع من البحوث يكون أكثر ارتباطاً بالتطبيق وبالأغراض التجارية للشركات ، وهو يستفيد من البحث الأساسي للحصول على الأفكار الجديدة القابلة للتطبيق لتحويلها إلى منتجات جديدة قابلة للإنتاج . ويمكن تحديد مجالات البحث التطبيقي في : تصميم منتجات جديدة ، إعادة تصميم وتطوير المنتجات الحالية ، تحديد استعمالات جديدة للمنتجات الحالية ، وتحسين تغليف المنتجات الحالية .

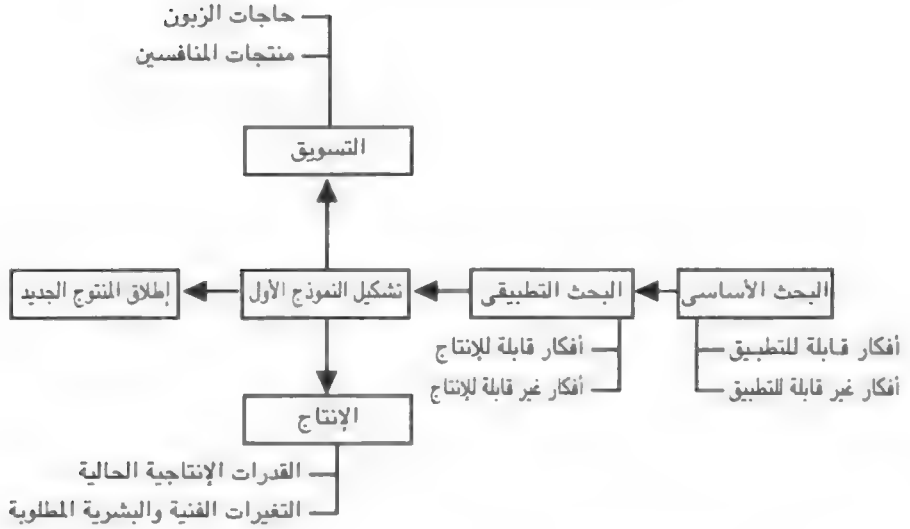
**ج - تشكيل المنتج أو النموذج الأول :** في هذه المرحلة يتم تشكيل وبناء عدد قليل من النماذج الأولى للمنتج الجديد ؛ وذلك بهدف إجراء تقييم للمنتج على نطاق ضيق ولتحقيق ذلك تقوم الإدارة باستطلاع قسم الإنتاج وقسم التسويق حول المنتج الجديد كما في المرحلتين التاليتين .

**د - التقييم من وجهة نظر التسويق :** حيث يتم تقييم النموذج الأول للمنتج استناداً إلى الخبرة التسويقية للشركة وحسب خصائص السوق ومنتجات المنافسين وحاجات الزبون . وتعتبر هذه المرحلة بمثابة المدخل التسويقي في دورة الابتكار للمنتجات الجديدة .

**هـ - التقييم من وجهة نظر الإنتاج :** في هذه المرحلة المتزامنة مع المرحلة السابقة يتم تقييم النموذج الأول استناداً إلى خبرة الشركة في الإنتاج وحسب كلفة الإنتاج وإمكانياته ، مستوى الجودة ، المعولية ، التغليف ، والخصائص الوظيفية ..... إلخ وتعتبر هذه المرحلة بمثابة المدخل الإنتاجي في دورة الابتكار للمنتجات الجديدة .

و - الإطلاق : تتم هذه المرحلة بعد الأخذ بالملاحظات والمقترحات المقدمة من قسمي التسويق والإنتاج لتطوير المنتج الجديد ، ومن ثم تشكيل المنتج النهائي الذي يكون جاهزاً للإطلاق في السوق . والشكل رقم (٦-٧) يوضح مراحل دورة الابتكار .

### الشكل رقم (٦-٧) : مراحل دورة الابتكار



ولابد من التأكيد على أن دورة الابتكار تمثل الفترة الزمنية التي تسبق ولادة المنتج ابتداءً من التوصل إلى الفكرة الجديدة ومروراً بتطوير النموذج الأول للمنتج الجديد ، ومن ثم تطوير عملية الإنتاج الفعالة والكفنة ، وصولاً إلى التهيئة لإدخاله إلى السوق ، وهذه الفترة كلها تمثل في الحقيقة تكلفة تتحملها الشركة ولا يتم استردادها إلا بعد إدخال المنتج إلى السوق ونجاحه في دورة حياة المنتج .

إن هذه الفترة الممتدة بين تطور الفكرة الجديدة وحتى إدخال المنتج الجديد إلى السوق تدعى فجوة الابتكار ، وإن الفجوة الأطول تعنى الكلفة الأكبر والانتظار الأطول

للشركة (والمجتمع أيضاً) لمنافع ومزايا الفكرة الجديدة . ويوضح الشكل رقم (٦-٨) فجوة الابتكار ، وحيث يلاحظ أن مرحلة تطوير عملية الإنتاج وملاءمة المنتج - التشغيل بشكل فعال وكفاء تمثل جزءاً من فجوة الابتكار ؛ لأن نقل الفكرة إلى المنتج أو النموذج الأول يتطلب قدرات علمية وتكنولوجية وهندسية في حين أن الانتقال من النموذج الأول إلى الإنتاج على أساس تجارى لأغراض السوق يتطلب قدرات إدارية وتنظيمية كبيرة في مجال العمليات لا تقل أهمية عن سابقتها في إنجاح عملية الابتكار ، من حيث إيجاد العلاقة المربحة بين الكمية - الجودة - السعر .

الشكل رقم (٦-٨) : فجوة الابتكار



ولقد أشارت إحدى الدراسات التي أجريت على فجوات الابتكار الخاصة بالابتكارات الرئيسية في القرن العشرين - إلى أن هذه الفجوات كانت بالمتوسط (١٦) سنة . فمثلاً إن الميقاع أو آلة ضبط النبض تم التوصل للفكرة الجديدة عام ١٩٢٨م ولم توضع في الاستعمال حتى عام ١٩٦٠م ، أى أن فجوة الابتكار (٣٢) سنة ، والذرة الهجينة وجهاز الفيديو كانت ذات فجوات (٢٥) سنة و(٦) سنوات على التوالي ، ويوجد اليوم الكثير من المنتجات الواعدة في مرحلة فجوات الابتكار .

ولاشك أن فجوة الابتكار الطويلة تمثل تحدياً كبيراً أمام الشركات ، ومع أن فجوة الابتكار أخذت بالتقلص إلا أن هذا التقلص يتم في ببطء واضح ؛ مما يجعل هذه الفجوة مهمة أساسية ولها أسبقية للمديرين في الشركات الحديثة .

## ٦-٧- دورة حياة المنتج (Product - Life Cycle) :

إن مفهوم دورة حياة المنتج يقوم على أنه كما أن للإنسان دورة حياة تبدأ من الولادة وحتى أواخر العمر ، كذلك المنتج له دورة حياة مماثلة من الولادة أو الإدخال إلى السوق وحتى التدهور أو الخروج من السوق ، ويمكن تعريف دورة حياة المنتج بأنها الفترة الزمنية التي يمر خلالها المنتج في مراحل الإدخال والنمو والتضج ، وأخيراً التدهور وتقاس هذه المراحل بتطور المبيعات .

وإذا كان المختصون بالتسويق يدرسون دورة حياة المنتج لدراسة خصائص السوق في كل مرحلة لتطوير إستراتيجية ملائمة ؛ فإن المختصين بالإنتاج يدرسونها من حيث :

أ - تطور خصائص المنتج وعلاقة ذلك بتطور المبيعات وما يتطلب ذلك من سعة إنتاجية ملائمة .

ب - اختيار نمط التشغيل حسب مراحل دورة حياة المنتج.

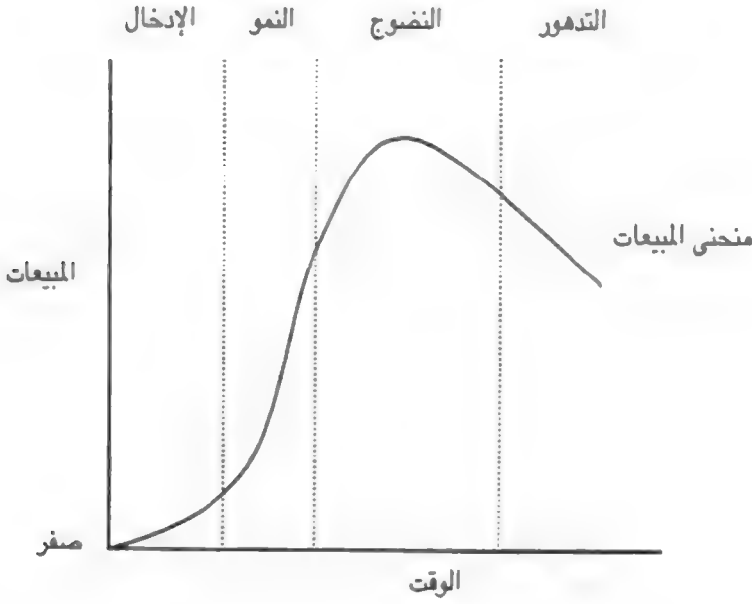
ج - منحني التعلم والخبرة .

إن الشكل رقم (٦-٩) يوضح الشكل النمطي لدورة حياة المنتج من خلال منحني المبيعات على شكل حرف (S) باللغة الإنجليزية ، كما يظهر مراحل هذه الدورة على منحني المبيعات وهي :

**أولاً - الإدخال :** في هذه المرحلة تكون المبيعات منخفضة والأرباح ضئيلة أو سالبة ، والزبائن قليلون لعدم معرفة المنتج وترددهم بشراء منتج جديد لا خبرة لهم به (السلوك الرشيد للزبون) والمنافسة محدودة فيها .

**ثانياً - النمو :** في هذه المرحلة منحني المبيعات يأخذ بالنمو السريع والأرباح في تزايد والزبائن يتزايدون في أسواق أوسع ، ولكن المنافسين في هذه المرحلة يتزايدون كاستجابة للمنتج الجديد .

### الشكل رقم (٦-٩) : دورة حياة المنتج



**ثالثاً - النضوج :** في هذه المرحلة يكون نمو المبيعات بطيئاً والأرباح تأخذ بالتناقص والزبائن يكونون كثيرين والسوق واسعة وتصبح المنافسة شديدة .

**رابعاً - التدهور :** حيث تأخذ المبيعات في هذه المرحلة بالانخفاض والأرباح تكون منخفضة ، وربما تكون عند نقطة التعادل وعدد الزبائن في انخفاض والسوق في تقلص مع تناقص عدد المنافسين . والجدول رقم (٦-١٠) يوضح خصائص هذه المراحل مع الاستجابة المفروضة على الإدارة في كل مرحلة منها .



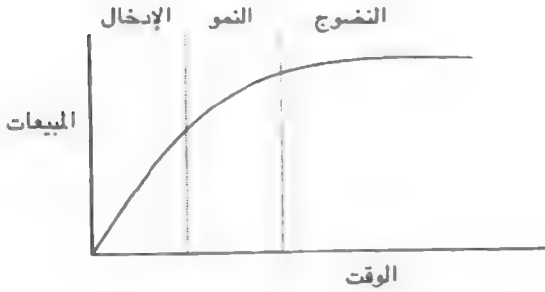
## الجدول رقم (٦-١٠) : مراحل دورة حياة المنتج : الخصائص والاستجابة

الخصائص	الإدخال	النمو	النضوج	التدهور
المبيعات	منخفضة	نمو سريع	نمو بطيء	تدهور وانخفاض
الأرباح	ضئيلة أو سالبة	مستوى عالٍ أو الزروة	انخفاض	منخفض
التدفق النقدي	سالب	متواضع	عالٍ	متناقص
الزبائن	عدد قليل	عدد متزايد	سوق واسعة	عدد متناقص
المنافسون	عدد قليل	عدد متزايد	عدد كبير	عدد متناقص
الاستجابة				
التركيز الإستراتيجي	توسيع السوق	اختراق السوق	الدفاع عن الحصة	الإنتاجية
نفقات الإنتاج	عالية	عالية - متناقصة	منخفضة	قليلة
نفقات التسويق	عالية	عالية - متناقصة	متناقصة	قليلة
تأكيد التسويق	التوعية بالمنتج	تفضيل العلامة التجارية	الولاء للعلامة	اختياري
التوزيع	رقعة صغيرة	كثيف	كثيف	اختياري
السعر	عالٍ	أدنى	أدنى	مرتفع
المنتج	أساسي	محسن	متميز	رشيدي

ومن الضروري التأكيد في هذا المجال على أن دورة حياة المنتج في مراحلها المتعاقبة ليست متساوية بالنسبة للمنتجات المختلفة ؛ فقد وجدت دراسة أجريت على دورة حياة أحد العقاقير أن مرحلة الإدخال امتدت على مدى شهر واحد ، وأن مرحلة النمو كانت (٦) أشهر ، ومرحلة النضوج كانت (١٥) شهراً ، وأن فترة التدهور كانت متساوية للفترات الثلاث السابقة ؛ وذلك بسبب الجهود التي بذلها المنتجون لتجنب تدهور العقار في السوق . ومن الملاحظ أن هذه الفترات يمكن أن تمتد وتطول عند عدم وجود منافسة وتناقص بشكل كبير عند وجود منافسة شديدة ، كما يمكن أن نعرض حالات أخرى ذات علاقة بدورة حياة المنتج وهي كالآتي :

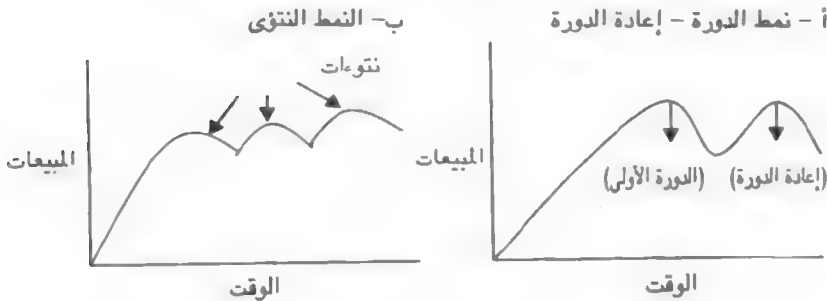
١ - إن أغلب المنتجات لها دورة حياة ، إلا أن بعض المنتجات ليس له دورة حياة ومن أمثلة ذلك أقلام الرصاص وسكين المطبخ ؛ حيث إن دورة حياة المنتج تكون بدون مرحلة تدهور ويوضح الشكل رقم (٦-١١) هذه الدورة .

### الشكل رقم (٦-١١) : دورة حياة القلم الرصاص



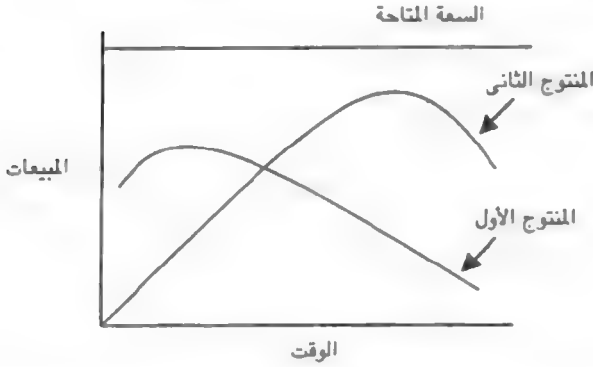
٢ - إن تدخل الإدارة في دورة حياة المنتج يأخذ أبعاداً واسعة في مرحلتى النضوج والتدهور ؛ مما يوجد أنماطاً مختلفة من دورة حياة المنتج ، فهناك نمط دورة - إعادة الدورة كما مبين في الشكل رقم (٦-١٢-أ) ، حيث يمكن تفسير إعادة الدورة (أو الدورة الثانية) في ارتفاع مبيعات الدفعة الترويجية في مرحلة التدهور ، وكذلك النمط التتويى كما في الشكل رقم (٦-١٢-ب) .

### الشكل رقم (٦-١٢) : من أنماط دورة حياة المنتج



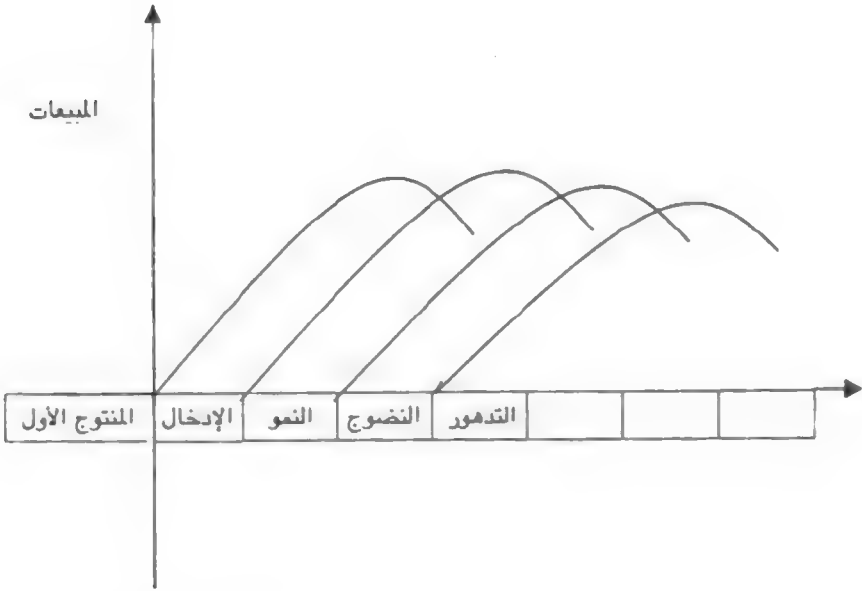
٣ - إن دورة حياة المنتج التي تمثل مراحل متباعدة في حجم المبيعات قد تخلق مشكلة استغلال السعة في المصنع ، فإذا كان للمصنع سعة تزيد على أعلى مستوى للمبيعات في مرحلة النضوج ، فهذا يعني أن هناك سعة فائضة أو عاطلة في المراحل الثلاث الأخرى ، فما العمل ؟ والإجابة تكمن في تبني منتج ثانٍ آخر ذي دورة حياة مختلفة زمنياً في مراحلها عن دورة حياة المنتج الأول ، والشكل رقم (٦-١٣) يوضح أن المنتج الأول عندما يكون في مرحلة النمو (تزايد المبيعات) يكون المنتج الثاني في مرحلة الإدخال ، وعندما يصبح الأول في مرحلة التدهور ؛ يصبح الثاني في مرحلة النضوج ؛ مما يعني استغلال السعة الفائضة .

الشكل رقم (٦-١٣) : دورة الحياة واستغلال السعة



٤ - في الشركات الكبيرة لا يمكن الاعتماد على منتج واحد حيث تكون المبيعات منخفضة (في مرحلتى الإدخال والتدهور) ؛ لهذا يتم اللجوء إلى تبني عدة منتجات في وقت واحد مع مراعاة عدم التنافس بينها ، أى ألا يكون للشركة في نفس الوقت منتوجان في مرحلة النضوج ، وإنما تكون المنتجات في مراحل متباعدة ؛ لكي لا تربك السوق أو سياساتها الإنتاجية والتسويقية . والشكل رقم (٦-١٤) يوضح حالة تبني منتجات متعددة في وقت واحد ، حيث يلاحظ أن الشركة يكون لديها في أى وقت منتج واحد في مرحلة النضوج (ذروة المبيعات) ، وهذا المدخل يدعى المدخل المتزامن .

الشكل رقم (٦-١٤) : دورات حياة متعاقبة للمنتجات

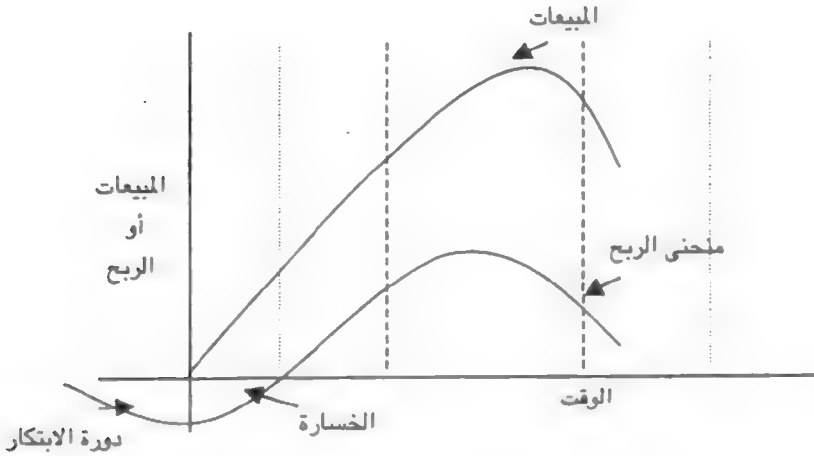


المنتج الثاني	-	الإدخال	النمو	النضوج	التدهور		
المنتج الثالث	-	-	الإدخال	النمو	النضوج	التدهور	
المنتج الرابع	-	-	-	الإدخال	النمو	النضوج	التدهور

٥ - إن دورة حياة المنتج تتوافق معها دورة أخرى هي دورة الربح والخسارة ، وإن منحنى المبيعات يتوافق مع منحنى آخر هو منحنى الربح / الخسارة . ومن الواضح أن هناك تجانساً بين منحنى المبيعات ومنحنى الربح / الخسارة ؛ لأن زيادة المبيعات تعنى زيادة الربح ، والشكل رقم (٦-١٥) يوضح منحنى الربح / الخسارة الذى عادة ما ينتقل من الخسارة (النفقات أكبر من العوائد) فى نهاية مرحلة الإدخال أو فى مرحلة النمو .

كما أن الشكل رقم (٦-١٥) يوضح أن دورة الابتكار هي بمثابة خسارة : لأنها في الحقيقة كلفة فقط بدون عائد قبل بدء دورة حياة المنتج : فهي تمثل مرحلة ما قبل ولادة المنتج وظهوره في السوق وفي هذه المرحلة لا توجد مبيعات ولا عوائد .

الشكل رقم (٦-١٥) دورة حياة المنتج ودورة الربح / الخسارة



#### ٦ - ٨ - دورة حياة الخدمة (Service Life Cycle) :

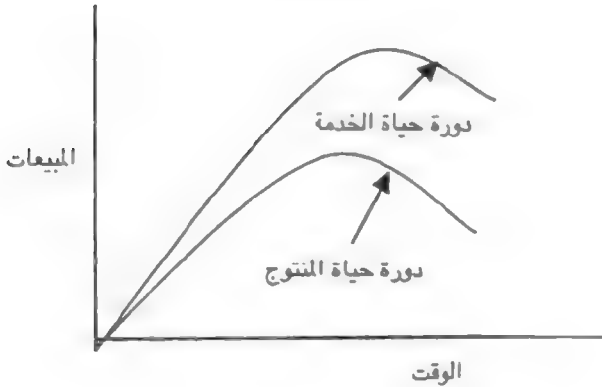
كما أن للمنتج (السلعة) دورة حياة فإن للخدمة أيضاً دورة حياة، وليس أدل على ذلك من تطور الخدمة الصحية مثلاً : فقد كانت هذه الخدمة في السابق تقدم من قبل العرافين وبعض الحرفيين كالحلاقين، في حين نجد أن الخدمة الصحية تقدم الآن من قبل مختصين تتوفر لهم المختبرات والأجهزة المتقدمة والمتطورة باستمرار التي تعمل على تحسين الخدمة الصحية الحالية وإدخال خدمات صحية جديدة . والسؤال الذي يطرح نفسه ما الفرق بين دورة حياة المنتج (السلعة) ودورة حياة الخدمة ؟

إن دورة حياة الخدمة عموماً أطول من دورة حياة المنتج ، وهذا يعود إلى أن الخدمة أبداً في التعرض إلى التقادم مقارنة بالمنتج ، بل إن مرور الوقت على تقديم

الخدمة (كما هو الحال في خدمة الطبيب) يمنح الطبيب خبرة أعلى وسمعة أوسع ؛ مما يبقى خدمته أطول ويتزايد عدد الزبائن الذين يطلبونها مع الوقت . وربما يعود ذلك إلى سبب آخر هو أن الخدمة بشكل عام لازالت بعيدة عن المنافسة الشديدة ، ومن المتوقع أن تشهد الفترة القادمة توجهات جديدة في إدخال المنافسة في قطاع الخدمات بشكل عام .

كما أن بلوغ الخدمة مستوى الذروة يكون أبطأ مما في المنتج ؛ لأن المنتج يتسم بالقابلية على النقل خلافاً للخدمة . وإن مستوى الذروة في تقديم الخدمة (المبيعات) يكون أعلى مما في المنتج . ولاشك في أن الفرق الأساسي المهم يتمثل في أن فترة الربح تظهر أسرع في الخدمة من نظيرتها في المنتج ، فمن المعلوم أن الربح يظهر خلف العوائد (المبيعات) في دورة حياة المنتج ، وهذا نفسه ما يظهر في الخدمة إلا أن فترة الخسارة تكون أقصر في الخدمة وفترة الربح أسرع وأطول فيها ؛ وذلك لأن الكلفة الغاطسة ، أي ما سبق تحمله من كلف يتحملها المنتج بحجم أكبر مما في الخدمة ؛ مما يجعل ظهور الربح أبطأ بالظهور نسبياً في المنتج . والشكل رقم (٦-١٦) يوضح دورة حياة الخدمة مقرونة بدورة حياة المنتج .

الشكل رقم (٦-١٦) دورة حياة المنتج والخدمة



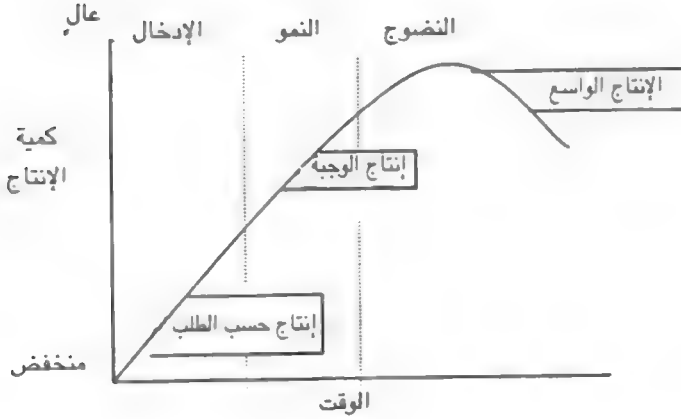
## ٦ - ٩ - العلاقة بين المنتج / التشغيل :

إذا كان تصميم المنتج يجيب عما هي المنتجات التي ستنتج ؛ فإن تصميم التشغيل يجيب عن كيفية إنتاج المنتج أو المنتجات . وتصميم التشغيل يعتبر قراراً إستراتيجياً ؛ لأن اختيار نمط الإنتاج وتصميمه يحدد نوع الآلات ونمط التنظيم الداخلى ، وهذا لا يمكن تعديله أو تغييره فى المدى القصير بدون تحمل كلفة عالية جداً .

وحسب ما أشرنا فى الفصل الرابع ؛ فإن هناك أنماطاً من التشغيل (أو الإنتاج) وهى : الإنتاج حسب الطلب ، إنتاج الوجبة ، الإنتاج الواسع ، والإنتاج المستمر . ويمكن أن نلاحظ وجود علاقة بين التشغيل والمنتج ، فإذا كان المنتج قياسياً وينتج بكميات كبيرة مع تنوع أدنى ؛ فإن نمط التشغيل الملائم هو الإنتاج الواسع أو المستمر حسب طبيعة المنتج ، أما إذا كان المنتج غير قياسى وينتج بكمية قليلة مع تنوع كبير ؛ فإن نمط التشغيل الملائم هو الإنتاج حسب الطلب .

وحيث إن هناك علاقة واضحة بين المنتج والتشغيل ؛ لذا فإن معالجة كل منها على انفراد يؤدي إلى جعل عملية اختيار كل منها عملية سكونية ، فى حين أن العلاقة بينهما تفترض التداخل والتأثر المتبادل الذى يساعد على تحقيق القرار الرشيد فى عملية اختيار المنتج والتشغيل . ولتوضيح ذلك ؛ يمكن أن نشير إلى أن دورة حياة المنتج فى مراحلها المتعاقبة تمثل الانتقال من الإنتاج بكمية قليلة فى مرحلة الإدخال ، وهذا ينسجم مع نمط الإنتاج حسب الطلب إلى الإنتاج بكمية أكبر فى مرحلة النمو ، وهذا ينسجم مع نمط الإنتاج على أساس الوجبة ، وفى مرحلة النضوج جزء من مرحلة التدهور يكون الإنتاج بكمية كبيرة جداً ، وهذا يلائم نمط الإنتاج الواسع . والشكل رقم (٦-١٧) يوضح ذلك ، ومن الشكل يظهر التنوع فى مرحلة الإدخال أكبر ، وهذا أمر طبيعى ؛ لأن الشركة تسعى إلى استخدام السعة الفائضة فى منتجات أخرى .

## الشكل رقم (٦-١٧) : نمط التشغيل حسب مراحل دورة حياة المنتج



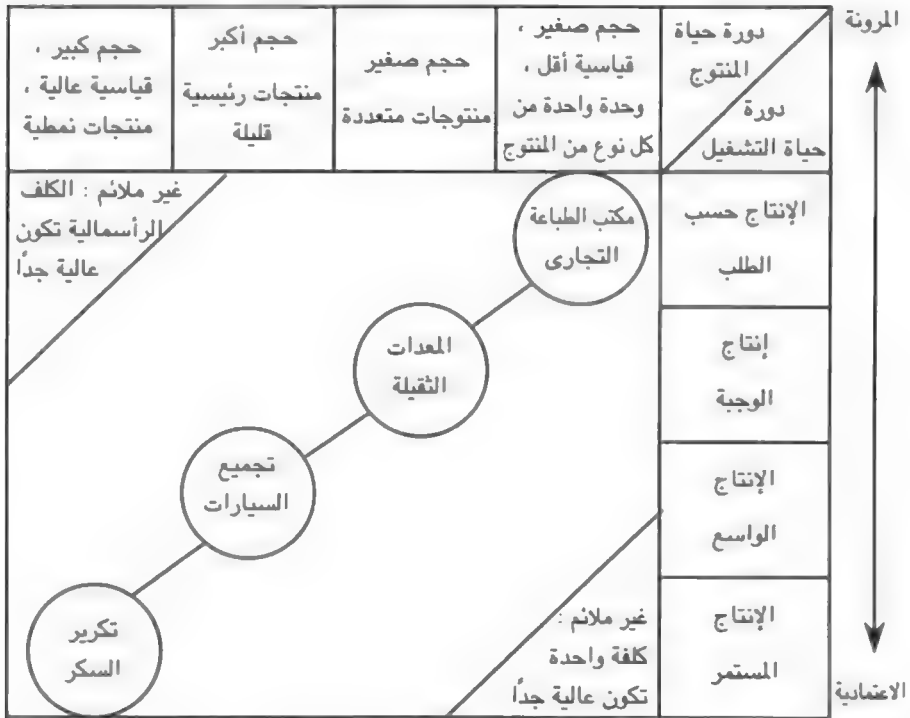
إن الشكل رقم (٦-١٧) يظهر بوضوح أن هناك دورة حياة للتشغيل تترافق مع دورة حياة المنتج ، ويمكن أن تستخدم على مستوى الشركة ، وبمساعدة الشكل يمكن تحديد نمط التشغيل الملائم لكل مرحلة من مراحل دورة حياة المنتج على أساس اقتصادي .

كما أن العلاقة بين الدورتين (التشغيل والمنتج) يمكن استخدامها حسب أنواع الشركات ، وفي هذا المجال لابد من الإشارة إلى الدراسة المهمة التي قدمها (هايس وويلرايت Hayes and Wheelwright) ونشرت في مجلة هارفرد للأعمال (HBR) عام ١٩٧٩م تحت عنوان "ترابط دورتي عملية التصنيع وحياة المنتج" وفي هذه الدراسة تم توضيح أن المنتج وهو يمر بمراحل أساسية في دورة الحياة يمر أيضاً بمراحل أساسية في عملية التصنيع أو التشغيل ، وبناء على ذلك قدما مصفوفة المنتج / التشغيل التي تحقق الربط بين دورة حياة المنتج ودورة حياة التشغيل ؛ حيث إن أغلب الشركات تقع على قطر المصفوفة عند تحقيق الربط الرشيد بينهما على أساس



اقتصادي صحيح ، وكما مبين في الشكل رقم (٦-١٨) فعند الجانب العمودي تقع دورة حياة التشغيل وعند الجانب الأفقي تقع دورة حياة المنتج ، وعند قطر المصفوفة هناك أمثلة عن نوع الشركات الملائمة لما يناظرها من دورة حياة التشغيل (على المحور العمودي) ومن دورة حياة المنتج (على المحور الأفقي) . وإن الشركات الواقعة على قطر المصفوفة يمكن أن تكسب ميزة تنافسية في الكلفة القياسية أو في المرونة والتنوع ، أما الشركات التي لاتقع على قطر المصفوفة : فإنها ستتحمّل كلفة عالية سواء من حيث الكلفة الرأسمالية في حالة استخدام الإنتاج حسب الطلب في المنتجات النمطية وذات الحجم الكبير ، ومن حيث كلفة الوحدة في حالة استخدام الإنتاج الواسع في المنتجات غير النمطية وذات الحجم الصغير. وفي مثل هذه الحالات لن تكون الشركات قادرة على المنافسة .

الشكل رقم (٦-١٨) : مصفوفة المنتج / التشغيل



## ٦ - ١٠ - المنتج و منحنى التعلم

إن منحنى التعلم مفهوم قدمه (رايت T.P.Wright) فى دراسة نشرها فى مجلة (علوم الطيران) عام ١٩٣٦م وصف فيها كيف أن كلفة العمل المباشر لإنتاج بدن الطائرة تنخفض مع التجربة . وهذا المفهوم يعتمد على وقت العمل وكمية الوحدات المنتجة . وأساسه هو أن الكمية الكلية من الوحدات المنتجة عندما تتضاعف : فإن وقت إنتاج الوحدة يتناقص بمعدل ثابت يعرف بمعدل التعلم مع كل مرة تتضاعف فيه هذه الكمية . ومما يرتبط أيضاً بهذا المنحنى هو قانون الخبرة الذى قدمته مجموعة بوسطن الاستشارية ، ومفاده أن كلفة الوحدة من المنتج تنخفض بنسبة مئوية ثابتة فى كل مرة تتضاعف فيها الخبرة ، أى بمضاعفة حجم الإنتاج التراكمى . وتتمثل مساهمة مجموعة بوسطن الاستشارية فى هذا المجال بتحديد انخفاض كلفة الوحدة بمقدار الثلث ، ويتم احتساب ذلك بالصيغة التالية :

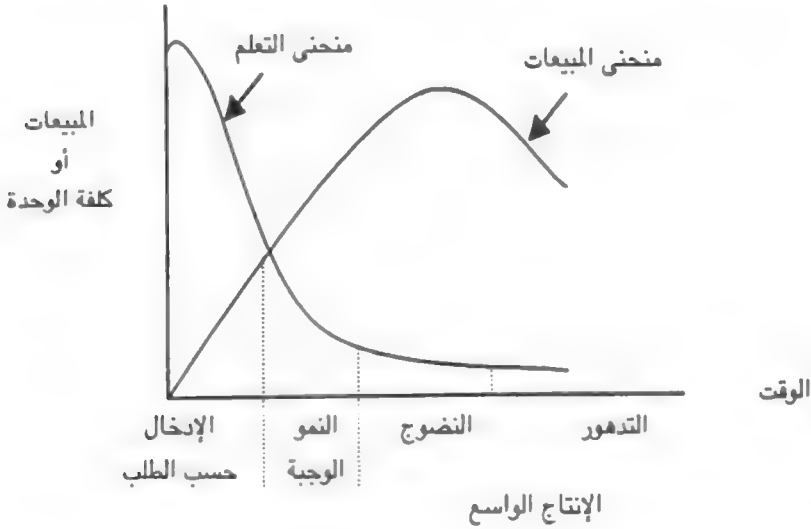
$$٢ \setminus ٣ \text{ ك } \text{—————} (١-٦)$$

حيث ج = حجم الإنتاج .

ك = كلفة الوحدة .

يمكن ملاحظة علاقة ذلك بالمنتج من خلال تأثير منحنى التعلم على كلفة الوحدة ، ففي المنتجات الجديدة التى يكون محتوى العمل فيها متماثلاً مع محتوى العمل فى المنتجات الحالية ، فإن كلفة العمل المباشر تكون متدنية جداً ؛ مما يعزز القدرة التنافسية للشركة من خلال هذه المنتجات الجديدة ذات الكلفة المنخفضة . أما إذا كانت المنتجات الجديدة مختلفة تماماً عن المنتجات الحالية : فإن كلفة العمل المباشر تكون فى أعلى مستوياتها فى مرحلة الإدخال لتبدأ بالتناقص بمعدل ثابت مع تقدم المنتج فى دورة الحياة . ويوضح الشكل رقم (٦-١٩) هذه الحالة ؛ حيث إن منحنى التعلم يكون بمثابة منحنى معاكس لمنحنى المبيعات . إضافة إلى أن منحنى التعلم يكون فى أعلى مستوياته فى الإنتاج حسب الطلب (لأن الإنتاج يتبدل باستمرار بدون تكرار كبير) ، وينخفض فى إنتاج الوجبة ويكون الأدنى فى الإنتاج الخطى أو الواسع .

الشكل رقم (٦-١٩) : منحنى التعلم ودورة حياة المنتج والتشغيل



من الممكن احتساب وقت العمل في وحدات الإنتاج المتراكمة على أساس معدل التعلم بطريقتين هما : الطريقة اللوغاريتمية أو الأسية ، والطريقة الحسابية : حيث إن المنحنى الأسى في الطريقة الأولى يصبح خطأً مستقيماً عندما يرسم على إحداثيات لوغاريتمية وبشكل معاكس للإحداثيات الحسابية ، ونعرض فيما يأتي للطريقتين :

### أولاً - الطريقة اللوغاريتمية :

هذه الطريقة تستخدم حساب اللوغاريتمات في تحديد وقت العمل لوحدات الإنتاج التراكمية وذلك باستخدام المعادلة الآتية :

$$و ك = و ١ ك ب \text{ ————— ( ٦-٢ )}$$

حيث إن :

و ك = ساعات العمل المطلوبة لإنتاج الوحدة (ك) .

١ = ساعات العمل المطلوبة لإنتاج الوحدة الواحدة (الإنتاجية الأولية) .

ب = مؤشر التعلم (يستخرج من جداول قياسية حسب معدل التعلم) .

ك = العدد الترتيبي للوحدة (الوحدة الأولى ، الثانية ، الثالثة ، وهكذا) .

والمثال (٦-١) يوضح استخدام هذه الطريقة :

المثال (٦-١) :

شركة القدس للصناعات الثقيلة تلقت طلبيات من الزبائن على رافعات من نموذج جديد ، على أساس خبرتها السابقة في صناعات الرافعات ، وقدر المهندسون منحني التحسين في وقت العمل بنسبة (٨٠٪) ، وأن الوحدة الأولى من الرافعة الجديدة تتطلب (٥٠٠) ساعة عمل ، وكانت الطلبيات المقدمة على الرافعات الجديدة في الأشهر الخمسة القادمة كالآتي :

الشهر	عدد الرافعات المطلوبة
١	٢
٢	٦
٣	١٠
٤	١٠
٥	١٥
المجموع	٤٣

المطلوب :

١- احتساب عدد الساعات المطلوبة لإنتاج الرافعات الجديدة حسب الطلبيات .

٢- إذا كان عدد أيام العمل في الشهر (٢٠) يوماً وعدد ساعات العمل في اليوم (٨) ساعات ، فما عدد العاملين المطلوب للإيفاء بكل طلبية ؟

الحل :

١- إن قيمة (ب) عند منحني التعلم (٨٠٪) من الجدول هي (-٠.٣٢١٩) : لهذا فإن المعادلة رقم (٦-٢) تصبح في حالة الرافعات الجديدة :

$$وك = (٥٠٠) ك - ٠.٣٢١٩$$

وباستخدام المعادلة السابقة يمكن احتساب ساعات العمل اللازمة للوحدات المتراكمة (٤٣،٢٨،١٨،٨،٢) ، والجدول أدناه يوضح هذه الحسابات لعدد من الوحدات المتراكمة ، إضافة إلى ساعات العمل اللازمة شهرياً للوحدات المطلوبة والتغير في ساعات العمل وفي المخرجات في الأشهر الخمسة .

٢- وفي العمود الأخير من الجدول تم احتساب قوة العمل المعادلة لساعات العمل اللازمة في الأشهر الخمسة :

الوحدة المتراكمة	ساعات العمل اللازمة للوحدة المتراكمة (مقربة)	الشهر	الرافعات الجديدة المطلوبة	ساعات العمل اللازمة للتجهيزات الشهرية	التغير في ساعات العمل عن الشهر السابق	التغير في المخرجات عن الشهر السابق	عدد العاملين المكافئ لساعات العمل اللازمة
١	٥٠٠	١	٢	٩٠٠	-	-	٥.٦٢
٢	٤٠٠	-	-	-	-	-	-
٣	٣٥١	٢	٦	١٧٧٣	٩٨.١+	٢٠٠.٠+	١١.٠٨
٤	٣٢٠	-	-	-	-	-	-
٥	٢٩٨	-	-	-	-	-	-
٦	٢٨١	-	-	-	-	-	-
٧	٢٦٧	-	-	-	-	-	-
٨	٢٥٦	-	-	-	-	-	-
٩	٢٤٦	٣	١٠	٢١٨٥	٢٣.٢	٦٧.٧+	١٣.٦٥
١٠	٢٣٨	-	-	-	-	-	-
١٩	١٩٤	٤	١٠	١٨١٦	١٦.٨-	صفر	١١.٣٥
٢٨	١٧١	-	-	-	-	-	-
٢٩	١٧٩	٥	١٥	٢٣٧٣	٣١.٠+	٥٠.٠+	١٤.٨٤
٤٢	١٥٠	-	-	-	-	-	-
٤٤	١٤٩	-	-	-	-	-	-
المجموع		٤٣	٩٠.٤٧				

تم احتساب عدد العاملين في الشهر الأول بقسمة عدد ساعات العمل اللازمة للطلبات الشهرية (٩٠٠) على عدد ساعات العمل الواحد في الشهر (٢٠ يوم / شهر  $\times$  ٨ ساعة / يوم = ١٦٠ ساعة) .

### ثانيا : الطريقة الحسابية :

هذه الطريقة تُستخدم في احتساب الوقت اللازم لإنتاج الوحدات المتراكمة المضاعفة (١،٢،٤،٨،١٦،٣٢،...) إلخ) ، وذلك بضرب الوقت اللازم لإنتاج الوحدة في متوالية المضاعفات وتكرار ذلك للوحدات اللاحقة عند مضاعفة حجم الإنتاج ، والمثال (٦-٢) يوضح ذلك .

#### مثال (٦-٢) :

استخدم بيانات المثال (٦-١) لاحتساب الوقت اللازم لإنتاج الرافعات الجديدة التي تحمل تسلسل (٢) (٤) (٨) (١٦) إذا كان معدل التعلم (٨٠٪) باستخدام الطريقة الحسابية .

الحل :

$$\begin{aligned} \text{الوقت اللازم لإنتاج الرافعة الجديدة الأولى} &= ٥٠٠ \text{ ساعة} . \\ \text{الوقت اللازم لإنتاج الرافعة الجديدة (٢)} &= ٥٠٠ \times ٨٠\% = ٤٠٠ \text{ ساعة} . \\ \text{الوقت اللازم لإنتاج الرافعة الجديدة (٤)} &= ٤٠٠ \times ٨٠\% = ٣٢٠ \text{ ساعة} . \\ \text{الوقت اللازم لإنتاج الرافعة الجديدة (٨)} &= ٣٢٠ \times ٨٠\% = ٢٥٦ \text{ ساعة} . \\ \text{الوقت اللازم لإنتاج الرافعة الجديدة (١٦)} &= ٢٥٦ \times ٨٠\% = ٢٠٤,٨ \text{ ساعة} . \end{aligned}$$

عند مقارنة الوقت اللازم للوحدات (٢) (٤) (٨) مع ما يناظرها في الجدول الوارد في المثال السابق يتضح أنها هي نفسها ، كما يلاحظ أن الطريقة الحسابية تصلح لاحتساب الوقت اللازم للوحدة (٨) وضعفها (١٦) ، ولكن لا يمكن في هذه الحالة احتساب الوقت اللازم للوحدة (١٧) ، وهذا يوضح عدم مرونة هذه الطريقة مقارنة بالطريقة اللوغاريتمية التي يمكن بواسطتها حساب الوقت اللازم لكل الوحدات المتسلسلة .

## ٦-١١ - التجربة اليابانية في مجال المنتج :

إن التجربة اليابانية في مجال المنتج يمكن أن تقدم بعض الخصائص المهمة : من أجل تحسين إدارة المنتج وتطوره ؛ ليكون جزءاً من قدرة الشركة على المنافسة ، ويمكن أن نشير إلى هذه الخصائص كالاتي :

أولاً : إن التجربة اليابانية تعتمد أسلوب التحسينات الصغيرة والمستمرة في جميع ما يتعلق بالمنتج من حيث الجودة ، الشكل ، الحجم ، التغليف ، المواد المستخدمة ... إلخ ، وهذا خلافاً لأسلوب الوثبات الكبيرة في فترات متباعدة كما هو الحال في الشركات الأمريكية .

ثانياً : يميل اليابانيون كأسلوب في المنافسة إلى تقليص دورة حياة المنتج ؛ وذلك بجعل مرحلة الإدخال قصيرة وذات نهاية منخفضة مع نمو أسرع وصولاً إلى نهاية ذات ارتفاع متوسط أو عالٍ ، ولكنه أسرع أيضاً ، وبهذه الطريقة يقلصون دورة الحياة كلها بما ينسجم مع الحاجة إلى استجابة أسرع لحاجات الزبون .

ثالثاً : إن اليابانيين يميلون لتحقيق استجابة أفضل لحاجات الزبون إلى التكامل العمودي إلى الأمام باتجاه قنوات التوزيع ، بدلاً من التكامل العمودي إلى الخلف باتجاه المواد الأولية كما هو شائع في الشركات الأمريكية والأوروبية ، وبهذا النوع من التكامل يجسد اليابانيون مبدأ الاقتراب من الزبون .

رابعاً : نتيجة للخصائص السابقة فإن اليابانيين يتسمون بالتنوع الكبير في منتجاتهم بعيداً عن الإنتاج النمطي والقياسية التي تمثل السمة الأبرز في إنتاج العشرينيات من هذا القرن ، ومع هذا التنوع الكبير فإن اليابانيين ومن خلال نظام الوقت المحدد (JIT) ، يجمعون بين ميزة التنوع وكلفة الوحدة الأدنى .

إن هذه الخصائص وغيرها تشكل أسلوباً جديداً في إدارة العمليات وتساهم في تفسير بعض جوانب النجاح والتفوق في التجربة اليابانية ، وإن الدراسة والتعمق في هذه التجربة ضروريان للوقوف على الأبعاد الأخرى التي تقف وراء التجربة الكبيرة في دروسها وإنجازاتها في إستراتيجية ووظيفة العمليات .

## الأسئلة :

- ١- ماذا نعنى بانفجار المنتجات الجديدة ؟ وما هى أبرز خصائص مرحلة انفجار المنتجات ؟
- ٢- ميز بين : المدخل الإنتاجى ، المدخل التسويقى ، والمدخل التكاملى فى تطور مفهوم المنتج .
- ٣- ماذا نعنى بالمنتوج والمنتوج الجديد ؟ وما هى الأشكال الأساسية للمنتوج الجديد ؟
- ٤- قارن بين إستراتيجيات المنتج . وما هى الإستراتيجية الملائمة فى الحالات الآتية :
  - أ - شركة كبيرة ذات موارد كبيرة .
  - ب - شركة كبيرة ذات موارد محدودة .
  - ج - شركة كبيرة ذات موارد بشرية متخصصة محدودة .
  - د - شركة كبيرة تعمل فى سوق منافسة شديدة .
- ٥- ماذا نعنى بالآتى : إستراتيجية شد السوق ، إستراتيجية دفع التكنولوجيا ؟
- ٦- ماهى الأساليب المتبعة من قِبل الشركات الصغيرة فى الحصول على أفكار جديدة لتطوير منتجاتها ؟
- ٧- ماهى الأساليب الدائمة لتطوير المنتجات فى الشركات الحديثة ؟
- ٨- وضع المبادلة التى يمكن أن تجرى بين التبسيط والتنوع ، ماهى مبررات ذلك ، وهل بالإمكان جمع التبسيط والتنوع فى أسلوب واحد ؟ .
- ٩- اكتب مقالة فى حدود صفحتين عن حاجات الزبون ودورها فى تطويرالمنتجات فى الشركة الحديثة .
- ١٠- ماهى النتيجة المتوقعة مما يأتى :
  - أ - منتج جديد يصل إلى مرحلة النضوج بشكل سريع ؟
  - ب - إدخال الشركة لمنتوجين جديدين إلى السوق فى نفس الوقت ؟
  - ج - تبنى الشركة لسياسات إنتاجية وتسويقية فى مرحلة النضوج ؟



- ١١- كيف يمكن للشركة أن تواجه تباطؤ نمو المبيعات في مرحلة النضوج ؟
- ١٢- وضع أنماط دورة حياة المنتج وخصائص كل منها .
- ١٣- وضع خصائص ما يأتي : دورة الربح والخسارة ، دورة حياة الخدمة ، ومنحنى التعلم .
- ١٤- ماهي أبرز خصائص التجربة اليابانية في مجال المنتج ، موضحاً ذلك بالمقارنة مع المدخل التقليدي ؟

### التمارين :

- ١- شركة (أ ب ج) لإنتاج الثلاجات تلقت طلبيات على منتوجها الجديد من الثلاجات الكبيرة وهي كالآتي :

عدد الوحدات المطلوبة	الأسبوع
٨	١
١٢	٢
١٠	٣
١٥	٤

وقد تـ ساعـات العمل اللازمة لإنتاج الثلاجة الواحدة (٩٠) ساعة ، وبالنظر لخبرة الشركة السابقة اعتمدت الإدارة معدل تعلم مقداره (٩٠٪) .

المطلوب :

- أ - احتساب عدد الساعات المطلوبة لإنتاج الثلاجات الكبيرة في الأسابيع الأربعة .
- ب - معرفة عدد العاملين المطلوب للإيفاء بالطلبات إذا كان عدد الساعات العمل في الأسبوع (٤٠) ساعة .

٢- فى ورشة النصر المتحدة كان إنتاج الوحدة من البيوت الخشبية الجاهزة (٦٠) ساعة ، وكان معدل التعلم فى الورشة (٧٥٪) ، ما هو الوقت اللازم لإنتاج الوحدة الثامنة والوحدة السادسة عشرة ؟

٣- استخدم البيانات فى التمرين السابق لاحتساب كلفة الوحدة الرابعة إذا كانت كلفة البيت الخشبي الجاهز الأول (١٢٠٠) دينار ، وذلك باستخدام قانون الخبرة .

## المراجع :

### أولاً : الكتب

- 1- E. Adam, jr. and R.J.Ebert, Production and Operations Management, Printice-Hall of India Lmd, New Delhi, 1993.
- 2- E.S.Buffa and R.K.Sarin, Modern Production/ Operations Management, John - Willy and sons, New York, 1987.
- 3- P.Kotler, Marketing Management, Printice-Hall International Inc, London 1980.
- 4- V.S.Ramaswamy and S.Namakumari, Marketing Management, Macmillan India Press, Madras, 1990.
- 5- J.L.Riggs, Production System: Planning, Analysis and Control, John -Willy and Sons, New York, 1987.
- 6- R.G.Schroeder, Operations Management, McGrow-Hill Book co. New York 1989.
- 7- W.J.Stanton, Fundamentals of Marketing, McGrow - Hill kogakasha, LTD. Tokyo, 1978.
- 8- W.J.Stevenson, Production/Operations Management, Irwin, Homewood. Boston .1990.
- 9- R.J.Tersine, Production /Operation Management, North Holland .1980.
- 10- M.A.Vandermbase and G.P.White ,Operations Management, Irwin, Homewood .Boston.1990.

### ثانياً : الدوريات

- 1- S.S.Roach, Service under Siege: The Restructuring Imperative, HBR. Sep- Oct.1991. PP82-91.
- 2- S.C.Wheelwright and R.H.Hayes, Link Manufacturing Process and Product Life Cycles, HBR. Jan-Feb .1979.pp133-140.

## الفصل السادس : المنتج

### الملحق ( ٢ ) : المزيج الإنتاجى باستخدام البرمجة الخطية

- ١ - المدخل .
  - ٢ - البرمجة الخطية : المكونات والافتراضات .
  - ٣ - مسألة الحد الأعلى .
  - ٤ - مسألة الحد الأدنى .
  - ٥ - مزايا ومحددات البرمجة الخطية .
  - ٦ - استخدام الحاسبة فى البرمجة الخطية .
- الأسئلة .
- التمارين .
- المراجع .



## ١ - المدخل :

تعتبر البرمجة الخطية من أكثر الأساليب الكمية انتشاراً واستخداماً ، وهي طريقة بيانية (في حالة وجود متغيرين) أو رياضية (أو كلاهما) لتخصيص الموارد النادرة لتحقيق هدف يكون عادة إما الحد الأعلى كما هو الحال في تحقيق الحد الأعلى من الربح أو المبيعات ، ومثل هذه الحالة تسمى مسألة الحد الأعلى أو التعظيم ، أو يكون الهدف هو الحد الأدنى كما في خفض الكلفة أو الخسارة وغيرها ، ومثل هذه الحالة تدعى مسألة الحد الأدنى أو التصغير ، ولأن البرمجة الخطية تساعد في مثل هذه المسألة على إيجاد الحل الأمثل ؛ فقد وجدت لها مجالاً واسعاً في التطبيق في المشكلات الإدارية تتعلق بالاستخدام الكفء المتمثل بتخصيص الموارد المحدودة والنادرة للإيفاء بالأهداف المرغوبة . ولأن الاختيارات المتاحة لاستخدام هذه الموارد كبيرة وأحياناً لا محدودة ، كما أن وجود قيود و محددات على استخدام هذه الموارد يجعل الطرق التقليدية كطريقة التجريب (المحاولة و الخطأ) أو الطريقة البديهية مكلفة و غير ملائمة و في أغلب الأحيان لا تضمن التوصل إلى الحل الأمثل - ففي مثل هذه المسائل فإن البرمجة الخطية تمثل أداة فعالة وأسلوباً كفئاً في التوصل إلى الحل الأمثل الذي يضمن تحقيق الهدف و يفي بالقيود المفروضة على الموارد .

إن طريقة الحل بالبرمجة الخطية المعروف بطريقة السمبلكس يعود الفضل في وضعها إلى (جورج دانتزك G.B.Dantzig) الذي عمل خلال الحرب العالمية الثانية في الأساليب الرياضية لحل المشكلات اللوجستية العسكرية ؛ ليتمكن في عام ١٩٤٧م من التوصل إلى الحل الأمثل لتخصيص الموارد المتاحة بطريقة السمبلكس ؛ لتصبح هذه الطريقة أداة شعبية لسعة انتشارها و استخدامها . ولقد أشارت إحدى الدراسات التي أجريت على استخدام الأساليب الكمية إلى أن هناك ثلاثة أساليب هي الأكثر استخداماً و هي حسب الأهمية : البرمجة الخطية ، طريقة النقل ، و برمجة الأهداف ، تليها الأساليب الأخرى في الأهمية مثل : نظرية القرار ، النماذج الشبكية ، نماذج المخزون ، و نظرية خطوط الانتظار .

## ٢- البرمجة الخطية : المكونات والافتراضات :

يمكن تعريف البرمجة بأنها طريقة لتحديد الحل الأمثل أو المزيج الإنتاجي الأمثل الذي يحقق الاستغلال الأمثل للموارد النادرة المستخدمة خلال فترة معينة ، والواقع أن مصطلح البرمجة يشير إلى الطريقة المنظمة التي من خلالها يتم وضع تصميم الحل أو خطة الأنشطة . وهذه الطريقة (في البرمجة الخطية) تتألف من مجموعة من التعليمات والقواعد الحسابية (و البيانية) التي يمكن تنفيذها يدوياً أو بواسطة الحاسبة . أما مصطلح الخطية فإنه يشير أولاً إلى الدوال والمعادلات المستخدمة  $(أ١س١ + أ٢س٢ ... أن س ن)$  ، وثانياً إلى افتراضات أساسية كالتناسبية والإضافة . وتتكون البرمجة الخطية من ثلاثة مكونات هي :

أ - **دالة الهدف** : تدعى أيضاً معيار الكفاءة ، وهي دالة رياضية توضح العلاقة بين متغيرات القرار (النموذج) في المسألة و الهدف : والدالة تكون خطية أما الهدف فيكون إما بصيغة الحد الأعلى أو الحد الأدنى .

ب - **متغيرات القرار** : هي تمثل الخيارات المتاحة لصانع القرار ، وقيمها في البرمجة الخطية تحدد الحل الأمثل . ففي مشكلة المزيج الإنتاجي فإن كميات المنتجات التي يتم إنتاجها بالموارد المتاحة المستخدمة في المصنع تمثل متغيرات القرار .

ج - **القيود** : هي محددات تقيد البدائل المتاحة لصانع القرار ، ففي مسألة المزيج الإنتاجي فإن مدى توفر المواد وساعات العمل و السعة الإنتاجية تمثل قيوداً لا بد من الإيفاء بها في حل المسألة .

توجد ثلاثة أنواع من القيود ، الأول : هو قيد أقل من أو يساوي  $(= , -)$  و هذا القيد يفترض لكي يكون الحل الأمثل ممكناً يجب ألا يتم تجاوز هذا القيد (أو القيود) في استخدام الموارد المتاحة . و الثاني : هو قيد أكبر من أو يساوي  $(= , +)$  و هذا القيد يفترض في الحل الأمثل ألا يقل استخدام المورد (أو الموارد) عن مقدار معين . و الثالث : هو قيد التساوي  $(=)$  و هو أكثر حرجاً ؛ لأنه يتطلب الالتزام بدقة بالكمية المتاحة والمحددة عكس القيدتين الآخرين الذين لا يمثلان رقماً واحداً وإنما يمثلان مدى معيناً .

لنفرض أن مدير الإنتاج في شركة لصناعة الأثاث يقوم بجدولة الإنتاج من الأبواب والشبابيك ، و يتوقع أن تتوفر (١٥٠) وحدة من الألواح الخشبية و (١٢٠) ساعة عمل في الأسبوع . كل باب واحد يتطلب (٣) وحدات من الألواح و ساعتان من العمل . وكل شبك يستخدم (٤) وحدات من الألواح و (٥) ساعات عمل . وإن ربح الباب الواحد (٨) و ربح الشبك الواحد (١٠) دينارات . وإن مدير الإنتاج يلتزم عادة بإنتاج (٤) أبواب على الأقل . والمطلوب هو إيجاد المزيج الإنتاجي الذي يحقق أعلى برح كلى .

هذه المسألة هي من مسائل الحد الأعلى ، حيث المطلوب فيها تحقيق أقصى الربح . إن متغيرات القرار هي الأبواب والشبابيك ؛ فإذا فرضنا أن عدد الأبواب المنتجة هي (س١) و عدد الشبابيك (س٢) و (هـ) تمثل الحد الأعلى من الربح الكلى ؛ فمن الممكن صياغة هذه المسألة في البرمجة الخطية كالآتي :

الحد الأعلى هـ = ٨ س١ + ١٠ س٢ (دالة الهدف)

٣ س١ + ٤ س٢ ≤ ١٥٠ (قيد الألواح الخشبية)

٤ س١ + ٥ س٢ ≤ ١٢٠ (قيد ساعات العمل)

س١ ≥ ٤ (شرط إنتاج ما لا يقل عن أربعة أبواب)

س١ ، س٢ ≥ صفر (شرط عدم السلبية)

أما افتراضات البرمجة الخطية ؛ فإنها تمثل شروطاً أساسية يجب المحافظة عليها في بناء النموذج لضمان الاستخدام السليم للنموذج ، و تكون نتيجة النموذج صادقة أى موثوقة . و الواقع أن هذه الافتراضات تمثل قيداً على استخدامات البرمجة الخطية ، وتحد من انطباقها على المشكلات الواقعية ، و نعرض بإيجاز لهذه الافتراضات :

**أولاً - التناسبية :** إن دالة الهدف والقيود يجب أن تكون متناسبة (خطية) مع مستوى استخدام متغيرات القرار ، ففي مسألة المزيج الإنتاجي ؛ فإن مقدار المادة الداخلة في كل وحدة من المنتج تظل ثابتة ، وبالتالي فإن كميتها تتزايد بشكل متناسب مع زيادة عدد وحدات المنتج .



**ثانياً - الإضافية :** أى أن كل نشاط يضاف بالعلاقة مع الموارد يتحدد بمجموعة القيود ، ففي مسألة المزيج الإنتاجي لمنتوجين (س) و (ص) : فإن المنتوج (س) لا يمكن أن يؤثر على معدل ربح (ص) مهما أنتج من المنتوج (س) وبالعكس .

**ثالثاً - التأكد :** إن البرمجة الخطية تفترض أن المعاليم و معاملات القيود تكون ثابتة و معلومة ، ففي مسألة المزيج الإنتاجي ، فإن المعاليم أو الربح المتحقق من إنتاج وحدة واحدة من المنتوج (س) ومن المنتوج (ص) فى مشكلات الحد الأعلى - تكون ثابتة ومعلومة .

**رابعاً - قابلية القسمة :** إن هذا الافتراض يشير إلى أن متغيرات القرار يمكن أن تأخذ قيمة كسرية ، ففي مسألة المزيج الإنتاجي عندما تكون متغيرات القرار هى مواد أولية أو ساعات عمل - فإن (٠.٢) من مادة أولية أو من ساعة عمل تمثل قيمة ممكنة . و عندما تكون متغيرات القرار هى آلات أو عمال : فإن (٠.٢) من الآلة أو العمال فى الحل تعالج عن طريقة التقريب لأقرب قيمة صحيحة .

**خامساً - عدم السلبية :** هذا الافتراض سهل الفهم ففي مسألة المزيج الإنتاجي : فإن هذا الافتراض يشير إلى أنه من غير الممكن إنتاج أقل من صفر من المنتوج (س) أو المنتوج (ص) وبالتالي فإن (س ، ص صفر) .

كما أشرنا فإن البرمجة الخطية تستخدم فى نوعين من المسائل هما : مسألة الحد الأعلى (التعظيم) الحد الأدنى (التدنية أو التصغير) . وفى عملية تحديد المزيج الإنتاجي فإن مسألة الحد الأعلى تظهر عندما يكون معلوماً الربح المتحقق من كل وحدة منتجة من كل منتوج من المنتجات المتعددة التى ينتجها المصنع ، ويكون الهدف هو التوصل إلى تحديد كميات المزيج الأمثل من المنتجات الذى حقق الحد الأعلى من الربح ، فى حين أن الحد الأدنى يظهر عندما يكون الربح المتحقق من كل وحدة منتجة غير معلوم (ظروف سوق غير مستقرة) ، أو ليس له الأولوية كما فى المنظمات غير الموجهة للربح ؛ فتكون الكلفة هى المعلمة ، وأن خفض الكلفة إلى الحد الأدنى هو الهدف من خلال المزيج الإنتاجي الذى حقق ذلك .

ومن أجل حل هذه المسائل ؛ يمكن استخدام الطريقة البيانية فى المسائل التى فيها متغيران اثنان ، أو استخدام طريقة السمبلكس فى المسائل التى فيها متغيران اثنان أو أكثر ، وهى طريقة جبرية تكرارية لحل هذه المسائل وفق قواعد وخطوات محددة و فعالة فى الوصول إلى الحل الأمثل . وسنركز على طريقة السمبلكس فى هذا الملحق لحل كلا النوعين من مسائل المزيج الإنتاجي ، و من أجل التوسع يمكن الرجوع إلى المصادر الكثيرة فى الأساليب الكمية و بحوث العمليات .

## ٢- مسألة الحد الأعلى :

إن مسألة الحد الأعلى هى التى يكون الهدف من حلها تحقيق أكبر عائد أو أعلى ربح ممكن ، وفى مشكلة المزيج الإنتاجي ؛ فإن المصنع يستخدم طريقة السمبلكس للوصول إلى الإجابة عن السؤال : كم ينتج من كل منتج من المنتجات المكونة للمزيج الإنتاجي لتحقيق أعلى ربح ممكن . و من أجل توضيح طريقة السمبلكس فى حل مسائل الحد الأعلى نأخذ المثال (١) .

### مثال (١) :

تقوم الورشة الحديثة بإنتاج نوعين من الشبكات المعدنية ، و تحتاج الوحدة من النوع الأول إلى (٣) ساعات عمل و (٤) أمتار من الأسلاك المعدنية ، والوحدة من النوع الثانى تحتاج (٣) ساعات عمل و (٦) أمتار من الأسلاك المعدنية علماً بأن المتاح من ساعات العمل فى الأسبوع (٦٦) ساعة ، و من الأسلاك المعدنية التى تستخدم فى كلا النوعين من المنتجات (١٢٠) متراً ، وإن الربح المتحقق من بيع الشبكة المعدنية الواحدة من النوع الأول (١٠) دنانير ومن النوع الثانى (١٢) ديناراً ، وبسبب الطلب العالى فإن الورشة تبيع كل من تنتجه .

المطلوب : ماهو المزيج الإنتاجي من الشبكات المعدنية الذى تنتجه الورشة لتحقيق أعلى ربح ممكن ؟

الحل :

إن حل هذه المسألة يتطلب خطوات أساسية من أجل التوصل إلى الحل الأمثل الذي يحدد المزيج الإنتاجي و الربح الأعلى الناتج عنه وهي كالآتي :

الخطوة الأولى : صياغة مسألة البرمجة الخطية

نبدأ بتحديد متغيرات القرار المتمثلة بالنوعين من الشبكات المعدنية و لنفرض أن :

س<sub>١</sub> = عدد الشبكات المعدنية المنتجة من النوع الأول .

س<sub>٢</sub> = عدد الشبكات المعدنية المنتجة من النوع الثاني .

و من ثم تحديد دالة الهدف حيث (هـ) تمثل الحد الأعلى من الربح :

$$هـ = ١٠ س١ + ١٢ س٢$$

و تحديد القيود ، حيث القيد الأول يتمثل في ساعات العمل المحدودة في الأسبوع ويكون القيد :

$$٦٦ س٢ + ٣ س١$$

والقيد الثاني يمثل كمية المواد المستخدمة في النوعين من الشبكات المعدنية في الأسبوع فيكون القيد :

$$٤ س١ + ٦ س٢ = ١٢٠$$

و قيود عدم السلبية :

$$س١ ، س٢ \geq ٠$$

و يمكن كتابة هذه المسألة بشكل كامل :

$$\text{أوجد الحد الأعلى } هـ = ١٠ س١ + ١٢ س٢$$

$$\text{القيود } ٦٦ س٢ + ٣ س١$$

$$٤ س١ + ٦ س٢ = ١٢٠$$

$$س١ ، س٢ \geq ٠$$

## الخطوة الثانية : تحويل المتباينات إلى معادلات

وذلك بإضافة متغير خامل إلى كل قيد : فنستخدم المتغير الخامل (ص<sub>١</sub>) للقيد الأول المتعلق بساعات العمل ، و (ص<sub>٢</sub>) للقيد الثاني المتعلق بالأسلاك المعدنية . ولغرض التمثيل الجدولي للمساألة : فإن المتغيرات الخاملة تظهر كلها في كل قيد إلا أن كل متغير خامل لا يفترض ظهوره في القيد يكون معامل صفر ، أى أن (ص<sub>٢</sub>) يكون معامل صفر في القيد الأول ، و(ص<sub>١</sub>) يكون معامل صفر في القيد الثاني ، كما أن المتغيرات الخاملة (التي لا يفترض ظهورها في دالة الهدف) تكون معاملاتها صفر . وعند القيام بهذه الخطوة تكون المعادلات :

$$\text{الحد الأعلى} \quad ١٠ \text{ س} + ١٢ \text{ ص} + \text{صفر ص} = ١٢٠$$

$$\text{القيود} \quad ٣ \text{ س} + ٢ \text{ ص} + ١ \text{ ص} + \text{صفر ص} = ٦٦$$

$$٤ \text{ س} + ٦ \text{ ص} + ٢ \text{ ص} + \text{صفر ص} + ١ = ١٢٠$$

$$\text{س} , \text{ص} , \text{ص} , \text{ص} \leq \text{صفر}$$

## الخطوة الثالثة : حل النموذج بطريقة السمبلكس

## أ - إعداد الجدول الأولي

في هذه الخطوة يتم تخصيص عمود واحد لكل متغير ، وصف واحد لكل قيد في الجدول ، وإضافة صف معيار السمبلكس أو صف التغير الصافي (ج ل - ه ل) .  
وأثناء الجدول الأولي :

المتغيرات الأساسية	س <sub>١</sub>	س <sub>٢</sub>	ص <sub>١</sub>	ص <sub>٢</sub>	قيم الحل
ص <sub>١</sub>	٣	٢	١	صفر	٦٦
ص <sub>٢</sub>	٤	٦	صفر	١	١٢٠
ج ل - ه ل	١٠	١٢	صفر	صفر	

إن الجدول الأولي السابق يمثل بداية الحل (نقطة الأصل) حيث لا توجد وحدات منتجة من كلا النوعين من الشبكات المعدنية . ويوضح العمود الأول المتغيرات الأساسية التي في نقطة الأصل هي (ص<sub>١</sub>) و (ص<sub>٢</sub>) . أما المتغيرات (س<sub>١</sub>) و (س<sub>٢</sub>) فتكون متغيرات غير أساسية ذات قيمة صفر في الجدول الأولي ، وبالتالي لا توجد أرباح متحققة ؛ لهذا فإن المتغيرات تكون قيمها في الجدول الأولي كالآتي :

$$\text{س} = ١ = \text{صفر} \quad \text{ص} = ١ = ٦٦$$

$$\text{س} = ٢ = \text{صفر} \quad \text{ص} = ٢ = ١٢٠$$

أما بقية مصفوفة الجدول فتمثل معاملات متغيرات القرار (النوعين من المنتجات) والمتغيرات الخاملة كما ظهرت في المعادلات . وتمثل قيم صف (ج - د - هـ) في كل عمود كلفة الفرصة البديلة الصافية عند عدم إدخال وحدة واحدة من متغير العمود المناظر ، ويمكن التعبير عنها بأنها قيم الربح الصافي التي يمكن تحقيقها عند إدخال وحدة واحدة من متغير العمود المناظر ؛ وبالتالي فإن هذه القيم تمثل التحسين الممكن في دالة الهدف .

وحيث إن عدم الإنتاج - كما في الجدول الأولي حيث إن قيم (س<sub>١</sub>) و (س<sub>٢</sub>) هي صفر - لا يمثل عادة حلاً أمثل ؛ لهذا يتم تطوير جدول السمبلكس الجديد ، وقبل القيام بذلك لابد من اختبار الأمثلية ؛ من أجل التأكد من أن الجدول الذي تم إعداده لا يمثل الجدول الأمثل .

#### ب- اختبار الأمثلية

إن هذه الخطوة تكرر مع كل جدول من جداول السمبلكس ، وفي مسائل الحد الأعلى ؛ فإن الحل (الجدول) يكون الأمثل ، إذا كانت كل قيمة من قيم صف (ج - د - هـ) سالبة أو صفراً ، وإن وجود قيمة موجبة في هذا الصف يعنى في طريقة السمبلكس أن هناك إمكانية لتحسين الحل وصولاً إلى الحل الأمثل . وفي الجدول الأولي يمكن أن نلاحظ أن صف (ج - د - هـ) فيه أكثر من قيمة موجبة ؛ لهذا فإنه لا يمثل الحل الأمثل ؛ لهذا نقوم بالخطوة الرابعة .

## الخطوة الرابعة : تطوير الجدول الجديد (الثانى)

للقيام بهذه الخطوة نبدأ بتحديد العمود المحورى وهو العمود ذو أكبر قيمة موجبة فى صف (ج - د - هـ) ؛ حيث إن أكبر قيمة موجبة فى هذا الصف تحدد العمود الذى يحقق الحد الأعلى من الربح . ومن الجدول الأولى نلاحظ أن العمود المحورى يتمثل فى عمود القيمة (١٢) فى صف (ج - د - هـ) . إن العمود المحورى يحدد المتغير الداخلى إلى مجموعة المتغيرات الأساسية ، أى أن المنتج (س٢) هو المنتج الأول الذى نختاره من أجل البدء بإنتاجه ضمن المزيج الإنتاجي ؛ لأنه يحقق أعلى ربح فى كل وحدة ، وأن دخول أحد المتغيرات ضمن المتغيرات الأساسية (فى مثالنا س٢) يفترض أن يكون هناك متغير آخر سيخرج من المتغيرات الأساسية ، ولتحديد هذا المتغير : لابد من تحديد الصف المحورى . إن عملية تحديد الصف المحورى تتطلب بعض الحسابات لمعرفة أكبر عدد من وحدات المتغير الداخلى الذى يمكن أن يقدم أو ينتج فى الحل لتحل محل واحد من المتغيرين (ص١) أو (ص٢) ؛ لهذا لابد أن نعرف كم من الوحدات تدخل من المتغير (س٢) بدون تجاوز قيد الموارد المتاحة ، وهذا يعنى أن علينا أن نحسب العدد الأقصى المسموح من وحدات المنتج (س٢) الذى يمكن أن تدخل الحل بدون انتهاك قيود عدم السلبية . وللقيام بذلك نقوم بقسمة أعداد عمود قيم الحل على ما يناظرها من أعداد فى العمود المحورى بشرط أن يكون المقسوم عليه قيمة موجبة وهذا متحقق فى الجدول .

$$٢٠ = \frac{١٢٠}{٦} \quad ( \text{القيمة الأصغر} )$$

إن الصف المحورى يتحدد بالقيمة الأصغر لنواتج القسمة ؛ حيث إن الصف الذى يمثل ناتج القسمة يحدد المتغير الخارج وهو فى هذه الحالة (ص٢) . ولابد من أن نشير إلى أن ناتج القسمة يعنى أننا نستطيع أن نقدم (٢٢) وحدة من (س٢) قبل أن تصبح قيمة (ص١) سالبة ، و (٢٠) وحدة بين (س٢) قبل أن تصبح (ص٢) سالبة ، إذن فالقاعدة هى أن الصف المحورى يتحدد بأدنى ناتج قسمة .

بعد تحديد العمود المحورى والصف المحورى يصبح من السهل تحديد العنصر المحورى ، أو ما يدعى أحياناً عنصر التقاطع وهو ذلك العدد الذى يتقاطع عنده العمود المحورى مع الصف المحورى ، وفى مثالنا فإن العدد المحورى هو (٦) ، وجدول السمبلكس أدناه يوضح هذه العمليات :

الجدول الأولي مع تحديد العمود المحورى والصف المحورى :

المتغيرات الأساسية	س١	س٢	ص١	ص٢	قيم الحل
ص١	٣	٣	١	صفر	$٢٢ = \frac{٦٦}{٣} : ٦٦$
ص٢	٤	٦	صفر	١	$٢٠ = \frac{١٢٠}{٦} : ١٢٠$
ج ل - هل	١٠	١٢	صفر	صفر	

العمود المحورى (المتغير الداخلى)      أعلى قيمة موجبة      العدد المحورى      الصف المحورى (المتغير الخارج)

ولوضع الجدول الجديد : ينبغى إحلال المتغير الداخلى (س٢) محل المتغير الخارج (ص٢) ، ومن ثم إجراء الحسابات الضرورية لمكونات الجدول ، وذلك بتوليد صف واحد فى كل مرة باستخدام قاعدتين مختلفتين ، هما :

القاعدة الأولى : تتعلق بالصف المحورى (صف المتغير الخارج) ، ويتم وفق هذه القاعدة احتساب الصف المناظر للصف المحورى ووضعه فى الجدول الجديد وذلك بقسمة كل معامل فى الصف المحورى على العدد المحورى (عنصر التقاطع) ، ولتنفيذ هذه العملية : نقوم بقسمة الأعداد (٤ ، ٦ ، صفر ، ١ ، ١٢٠) على (٦) : فنحصل على الصف المناظر للصف المحورى (٤ \ ٦ ، ١ ، صفر ، ١ \ ٦ ، ٢٠) .

القاعدة الثانية : تتعلق باحتساب الصفوف الأخرى : حيث نستخدم الصف المحسوب وفق القاعدة الأولى كأساس لاحتساب الصفوف الأخرى ، فعند احتساب الصف المناظر للصف الأول - يتم ضرب الصف المحسوب وفق القاعدة الأولى بالمعامل (٢) الذي يمثل العدد الذي يمثل العدد الذي يقع في العمود المحوري في الصف المطلوب احتسابه ، ومن ثم طرح الناتج من معاملات الصف القديم ، أى :

معاملات الصف الأول - (معاملات الصف المحسوب في القاعدة الأولى  $\times ٢$ )

$$\begin{array}{r}
 \text{معاملات الصف الأول} \quad ٢ \quad ٢ \quad ١ \quad \text{صفر} \quad ٦٦ \\
 \text{ناتج عملية الضرب} \quad ٢ \quad ٢ \quad \text{صفر} \quad \frac{١}{٢} \quad ٦٠ \quad \text{بالطرح} \\
 \hline
 \text{الصف الأول الجديد} \quad ١ \quad \text{صفر} \quad ١ \quad -\frac{١}{٢} \quad ٦
 \end{array}$$

يمكن احتساب هذه الصفوف (عدا الصف المحوري) باستخدام طريقة أخرى ، وفق الصيغة الآتية لاحتساب أعداد هذه الصفوف :

$$\begin{array}{l}
 \text{العدد في الصف القديم} - \left[ \begin{array}{l} \text{العدد} \times \text{العدد المناظر في الصف} \\ \text{المحوري} \quad \text{المحوري الجديد} \end{array} \right] \\
 \text{العدد في الصف الجديد}
 \end{array}$$

إن جدول الصفوف الجديدة يوضح نتائج احتساب الصف المناظر للصف المحوري والصف الآخر ، أى بعد أن تم إحلال (س٢) محل (ص٢) ، وينفس الطريقة نقوم باحتساب صف (ج ل- ه ل) الجديد . والجدول الثاني يوضح نتائج هذه الحسابات :

الجدول الثاني :

المتغيرات الأساسية	س١	س٢	ص١	ص٢	قيم الحل
ص١	١	صفر	١	- ٢/١	٦ ← $١ = ١/٦$
ص٢	٢/٢	١	صفر	٦/١	٢٠ ← $٢٠ = \frac{٢}{٢} \div ٢٠$
ج ل- ه ل	٢	صفر	صفر	- ٢	



عند اختبار الجدول الثاني نجد أن صف (ج - ل - هـ ل) لازال يحتوى على قيمة موجبة ؛ مما يشير الى أن الحل الأمثل لم يتحقق ، وأن تطوير الحل ممكن . وبالتالي لابد من تطوير الجدول الثالث .

#### الخطوة الخامسة : تطوير الجدول الثالث

إن تطوير الجدول الثالث يتم بنفس الطريقة التى تم فيها تطوير الجدول الثانى ؛ فنبدأ بتحديد العمود المحورى (المتغير الداخلى) الذى يتمثل بالعمود الذى يضم أكبر قيمة موجبة فى صف (ج - ل - هـ ل) ، حيث إن عمود (س<sub>١</sub>) هو العمود المحورى ، ومن ثم تحديد الصف المحورى (المتغير الخارج) بقسمة قيم الحل على ما يناظرها من معاملات على العمود المحورى ؛ فيكون صف (ص<sub>١</sub>) هو الصف المحورى ، ومن ثم تحديد العدد المحورى وهذا يتمثل بالعدد (١) . ومن ثم احتساب الصفوف فى الجدول الثالث بما فى ذلك صف (ج - ل - هـ ل) باستخدام نفس القاعدتين ، والجدول الثالث يوضح النتائج :

#### الجدول الثالث :

قيم الحل	ص <sub>٢</sub>	ص <sub>١</sub>	س <sub>٢</sub>	س <sub>١</sub>	المتغيرات الأساسية
٦	$\frac{1}{2}$ -	١	صفر	١	١٠ س <sub>١</sub>
١٦	$\frac{1}{2}$ -	$\frac{2}{3}$ -	١	صفر	١٢ س <sub>٢</sub>
	١ -	٢ -	صفر	صفر	ج - ل - هـ ل

وحيث إن كل قيم (ج - ل - هـ ل) = صفر ؛ فإن الحل المتحقق فى الجدول الثالث يمثل الحل الأمثل ، وبهذا نصل إلى الحل النهائى ؛ لذا فإن الحل الأمثل يكون :

س<sub>١</sub> = ٦ وحدات من الشبكات المعدنية من النوع الأول .

س<sub>٢</sub> = ١٦ وحدة من الشبكات المعدنية من النوع الثانى .

هـ = (٦×١٠) + (١٦×١٢) = ٢٥٢ ديناراً من الربح الكلى .

## ٤ - مسألة الحد الأدنى :

فى شركات الأعمال كما تكون بعض المسائل من نوع مسائل الحد الأعلى - يكون البعض الآخر من نوع الحد الأدنى : حيث يكون الهدف هو إيجاد المزيج الإنتاجي الذى يحقق أدنى كلفة كلية ممكنة أو تصليح مزيج الآلات بواسطة طواقم الصيانة بأدنى كلفة كلية . والواقع أن مسائل الحد الأدنى تبرز بشكل واسع فى المنظمات غير الموجهة إلى الربح : حيث تصبح الكلفة معياراً أساسياً فى الاستخدام الكفء للموارد .

إن طريقة حل مسألة الحد الأدنى متماثلة مع حل مشكلة الحد الأعلى ، وإن الفرق الأساسى يتمثل فى تحويل هذه المسألة من مشكلة حد أدنى إلى مسألة حد أعلى : عندئذ يمكن حل هذه المسألة بالطريقة التى عرضنا لها فى المثال (١) .

إن عملية تحويل المسألة من الحد الأدنى إلى الحد الأعلى يمكن أن تتم بتغيير علامات معاملات الكلفة فى دالة الهدف مع ترك القيود بدون تغيير ، وإن عملية التحويل تجعل اختبار الأمثلية يعتمد على أن تكون جميع قيم صف (ج - د - هـ) إما موجبة أو مساوية لصفر ، وبالتالي فإن الحل الأمثل فى مسائل الحد الأدنى يتحقق عندما يكون :

ج - د - هـ = صفر لكل قيم الصف .

وإن المتغير الداخلى يتحدد بأكبر قيمة ذات علاقة سالبة فى صف (ج - د - هـ) ، كما أن ظهور متباينات القيود من نوع أكبر من أو يساوى (+ ، =) يجعل من الضرورى إضافة متغيرات اصطناعية وكذلك متغيرات فائضة ، فإذا كنا قد استخدمنا المتغيرات الخاملة فى مسائل الحد الأعلى لتحويل المتباينة ذات العلامة أصغر من أو يساوى (- ، =) إلى معادلة كما فى القيد الآتى :

$$٥ \text{ س} + ١ \text{ ص} + ٢ \text{ س} = ٢٠$$

تصبح المعادلة بعد استخدام المتغير الخامل كالاتى :

$$٥ \text{ س} + ١ \text{ ص} + ٢ \text{ س} + ٢ \text{ ص} = ٢٠$$

والمتغير الخامل في هذه الحالة يأخذ قيمة الفرق (٣٠ - (٥ س١ + ٣ س٢) = ص١ ، ولكن إذا كان القيد به علامة (+) تستخدم المتغيرات الفائضة والاصطناعية . فلو فرضنا أن القيد الثاني كان :

$$١٥ \leq ٤ س٢ + ٢ س١$$

في هذه الحالة يجب استخدام المتغير الفائض عند تحويل المتباينة إلى معادلة ليصبح القيد :

$$١٥ = ٤ س٢ + ٢ س١ - ص٢$$

إن المتغير الفائض يكون مطروحاً ليمثل (قيمة أكبر من) ، فإذا كانت (٤ س٢ + ٢ س١ = ٢٥) ؛ فإن (ص٢) ستأخذ الفرق الزائد المطروح (١٠) . ولابد من الإشارة إلى أن طريقة السمبلكس تفترض أن متغيرات القرار قيمتها صفر عند بداية الحل أو في نقطة الأصل ؛ مما ينتج عنه أن (ص٢ = - ١٥) وهذا غير مقبول ؛ لهذا يجب إضافة متغير آخر هو المتغير الاصطناعي ؛ ليصبح القيد :

$$١٥ = ٤ س٢ + ٢ س١ + ١ - ص٢$$

إن الأساس المنطقي لاستخدام المتغير الاصطناعي (١) هو للمحافظة على افتراض عدم السلبية ؛ لأن طريقة السمبلكس عند وضع الجدول الأولى تبدأ بجعل المتغيرات الحقيقية (س١ ، س٢) مساوية لصفر ؛ لذا :

$$٢ (صفر) + ٤ (صفر) - ص٢ = ١٥$$

$$- ص٢ = ١٥ \text{ (انتهاك عدم السلبية)}$$

لهذا فإن استخدام المتغير الاصطناعي يعمل على عدم انتهاك عدم السلبية لجميع المتغيرات ؛ حيث إن المتغير الاصطناعي يكون في حالة (س١ = صفر) و(س٢ = صفر) :

$$١٥ = ٤ س٢ + ٢ س١ - ص٢$$

$$١٥ = ١$$

أما إذا كان القيد بصيغة التساوي (=) أى عدم وجود متباينة لتحويلها إلى معادلة : فإننا لغرض تسهيل الحل بطريقة السمبلكس وإعداد الجدول الأولى نستخدم متغيراً اصطناعياً فقط ، فإذا كان لدينا القيد الثالث كالآتى :

$$٢ \text{ س } ١ + ٢ \text{ س } ٢ = ٦$$

فيصبح القيد :

$$٢ \text{ س } ١ + ٢ \text{ س } ٢ + ٢١ = ٦$$

مع التأكيد على أن (٢١) يكون بدون دلالة أو أهمية فى المسألة الأصلية ولا يظهر فى الحل النهائى ؛ ولهذا تتم معالجته بطريقة معروفة هى طريقة (م) الكبيرة لضمان عدم ظهورها فى الحل النهائى .

وبدون التوسع فى هذه الجوانب التى يمكن الاطلاع على المزيد من التفصيلات والحالات فى أدبيات الأساليب الكمية وبحوث العمليات وعلم الإدارة - فإننا نأخذ مثلاً عن مسائل الحد الأدنى ذات علاقة بالمزيج الإنتاجي كما فى المثال (٢) .

مثال (٢) :

مصنع الوطن يقوم بإنتاج نوعين من الأبواب الخشبية ، وقد استطاع أن ينتج النوع الأول من الأبواب بكلفة (٦) دنانير ، والنوع الثانى بكلفة (٨) دنانير فى ظل قيود يفرضها العمال الذين يستخدمهم والموردين الذين يتعامل معهم ؛ حيث كان العمال يشترطون للعمل فى المصنع ألا يقل عدد ساعات العمل المتاحة فى المصنع فى اليوم عن (٩٠) ساعة ، كما أن الموردين لا يوردون الألواح الخشبية للمصنع بأقل من (٦٠) لوحاً خشبياً فى اليوم .

المطلوب : تحديد المزيج الإنتاجي من كلا النوعين من الأبواب بأدنى كلفة كلية .

الحل : يمكن صياغة المسألة كالآتى ، بافتراض أن النوع الأول من الأبواب هو (س١) ومن النوع الثانى هو (س٢) :

$$\text{الحد الأدنى} \quad \text{هـ} = ٦ \text{ س } ١ + ٨ \text{ س } ٢$$

$$٩٠ = ٢س٢ + ٨س١$$

$$٦٠ = ٢س٣ + ٤س١$$

$$٢س١ ، ٢س٢ ، ٢س٣$$

لحل هذه المشكلة نقوم بالخطوات الآتية :

**الخطوة الأولى :** تحويل المتباينات إلى معادلات ؛ وذلك بإضافة المتغيرات الفائضة والاصطناعية ؛ فيصبح القيد الأول كالآتي :

$$٩٠ = ٢س٢ + ٨س١ + ص١$$

والقيد الثاني :

$$٦٠ = ٢س٣ + ٤س١ + ص٢$$

ولأن (١) و (٢) بدون دلالة أو معنى في المسألة الأصلية ، ويجب ألا تظهر في الحل النهائي ، ولضمان ذلك فإن المتغيرات الاصطناعية (١ ، ٢) تدخل في دالة الهدف مع استخدام الرمز (م) لمعاملات لها ؛ حيث إن م « صفر » (وتقرأ أن م أكبر بكثير من صفر ، أي أن م) هي عدد كبير موجب ، وهذه الطريقة للتعامل مع المتغيرات الاصطناعية في البرمجة الخطية تدعى طريقة (م) الكبيرة (مع ملاحظة أن هذه الطريقة يمكن استخدامها في مسائل الحد الأعلى ، حيث الرمز (م) يمثل عدداً كبيراً سالباً) . إن (م) كعدد كبير موجب يجعل المتغير الاصطناعي كلفة عالية جداً ؛ لكي لا تظهر في الحل ، وافترضياً أن (م) هي تقريباً ما لا نهاية ولصعوبة العمل مع ما لا نهاية تستبدل بالرمز (م) . وعلى هذا الأساس فإن دالة الهدف وصياغة المسألة مع المتغيرات الإضافية تكون كالآتي :

$$\text{الحد الأدنى} \quad H = ٦س١ + ٨س٢ - \text{صفر ص١} + \text{صفر ص٢} + م١ + م٢$$

$$\text{القيود} \quad ٩٠ = ٢س٢ + ٨س١ - \text{صفر ص١} + \text{صفر ص٢}$$

$$٦٠ = ٢س٣ + ٤س١ - \text{صفر ص٢} + \text{صفر ص٣}$$

$$٢س١ ، ٢س٢ ، ٢س٣ ، ص١ ، ص٢ ، ص٣ ، م١ ، م٢$$

## الخطوة الثانية : إعداد جدول السمبلكس الأولي

الجدول أدناه يمثل جدول السمبلكس الأولي حيث  $s_1 = \text{صفر}$  ،  $s_2 = \text{صفر}$  ،  $s_3 = \text{صفر}$  (متغيرات غير أساسية) .

جدول السمبلكس الأولي							
المتغيرات الأساسية	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	قيم الحل
$x_1$	٢	Ⓐ	١-	صفر	١	صفر	$11,25 = 8/90$
$x_2$	٣	٤	صفر	١-	صفر	١	$15 = 4/60$
ج - ل - هـ	٦-٥م	٨-١٢م	م-	م-	صفر	صفر	

في حين تكون المتغيرات الاصطناعية متغيرات أساسية  $x_1 = 80$  ،  $x_2 = 60$  ، كما أن صف معيار السمبلكس (ج - ل - هـ) يظهر أن الحل الأولي ليس هو الأمثل : لأن قيم ( $s_1$ ) و ( $s_2$ ) فيه سالبة .

## الخطوة الثالثة : تطوير الجدول الثاني

إن أكبر قيمة سالبة في الصف (ج - ل - هـ) هي ( $s_2$ ) وهي التي تحدد العمود المحوري والمتغير الداخل ، ومن ثم نحدد الصف المحوري بدلالة أدنى ناتج قسمة لقيم الحل على ما يناظرها من معاملات العمود المحوري ، حيث يظهر أن ( $x_1$ ) هو المتغير الخارج .

جدول السمبلكس الأولي							
المتغيرات الأساسية	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	قيم الحل
$s_2$	٤/١	١	٨/١-	صفر	٨/١	صفر	$11,25$
$x_2$	Ⓑ	صفر	٢/١	١-	٢/١-	١	$15$
ج - ل - هـ	٤-٢م	صفر	٢/١م-	م-	٢/١م-	صفر	

وعند النظر إلى صف معيار السمبلكس (ج ر - ه ر) نجد أنه يتضمن قيمة سالبة ؛ مما يعنى أن الحل الأمثل لم يتحقق ، وأن هناك تحسينات لاحقة يمكن تحقيقها على الحل الذى يمثل الجدول الثانى .

#### الخطوة الرابعة : تطوير الجدول الثالث

إن أكبر قيمة سالبة فى صف (ج ر - ه ر) هى فى عمود (س<sub>١</sub>) الذى يتحدد كعمود محورى ، ويقسمة قيم الحل نصل إلى تحديد صف (أ<sub>١</sub>) كصف محورى ، وبالتالي فإن (س<sub>١</sub>) هو المتغير الداخلى و(أ<sub>١</sub>) هو المتغير الخارج ، ونقوم بنفس الخطوات فى إعداد الجدول الثالث .

جدول السمبلكس الأولى							المتغيرات الأساسية
قيم الحل	أ <sub>١</sub>	أ <sub>٢</sub>	ص <sub>١</sub>	ص <sub>٢</sub>	س <sub>٢</sub>	س <sub>١</sub>	
٩,٢٧٥	٨/١ -	١٦/١	٨/١	١٦/١ -	١	صفر	س <sub>٢</sub>
٧,٥	٢/١	٤/١ -	٢/١ -	٤/١	صفر	١	س <sub>١</sub>
ج ر - ه ر	م - ٤	م	٢	٣	صفر	صفر	

يلاحظ من الجدول الثالث أعلاه أن جميع القيم فى الصف (ج ر - ه ر) موجبة أو صفر ، وبالتالي فإن الحل الأمثل قد تحقق ، ولتفسير الأرقام فى الجدول ؛ نشير إلى أن الحل الأمثل يفترض أن يكون المزيج الإنتاجي من الأبواب كالآتى :

إنتاج النوع الأول من الأبواب (س<sub>١</sub>) = ٧,٥

إنتاج النوع الثانى من الأبواب (س<sub>٢</sub>) = ٩,٢٧٥

يلاحظ أن قيم (س<sub>١</sub>) و(س<sub>٢</sub>) التى تمثل عدد الوحدات المنتجة من كلا النوعين من الأبواب كانت ذات قيم كسرية فى الحل النهائى ، ولأن كسور الأبواب لايمكن اعتمادها عملياً ؛ لهذا نلجأ إلى تقريب الكسور إلى الأعلى فى مسائل الحد الأدنى (والتقريب إلى الأسفل فى مسائل الحد الأعلى) ، ومع أن التقريب طريقة شائعة فى الاستخدام فى هذه الحالات إلا أنه قد يقود إلى صعوبات تتعلق بانتهاك القيود والتأثير الكبير على

الحل النهائي الأمثل : لهذا يمكن اللجوء إلى التقريب عندما تكون قيم المتغيرات كبيرة ، ولا تكون الحالة كذلك في قيم المتغيرات الصغيرة ، وفي هذه الحالة الأخيرة : نلجأ إلى طريقة فعالة هي برمجة الأعداد الصحيحة .

## ه - مزايا ومحددات البرمجة الخطية :

إن البرمجة الخطية أداة فعالة وقوية في حل نطاق واسع من مسائل الأعمال ، وهي تعتبر الأسلوب الأكثر تطوراً وشيوعاً من الأساليب الكمية ، فبالإضافة إلى طريقة السمبلكس هناك برمجة الأهداف وبرمجة الأعداد الصحيحة التي توسع وتطور من استخدامات البرمجة الخطية ، ويمكن تحديد مزايا البرمجة الخطية كالآتي :

أ - إن البرمجة الخطية تحقق الاستخدام الأمثل لعوامل الإنتاج في الشركة ؛ حيث إنها تساعد صانع القرار على تحديد الاستخدام والتوزيع الفعال لعوامل الإنتاج .

ب - إنها تساعد أيضاً على تحسين جودة القرارات ؛ وذلك لأن صانع القرار يصبح أكثر موضوعية باستخدام المعلومات التي تقدمها البرمجة الخطية وأقل ذاتية بجعل آرائه ومشاعره تعتمد على معلومات أكثر دقة ووثوقاً .

ج - إن صانع القرار تمكن باستخدام البرمجة الخطية من امتلاك صورة أوضح للعلاقات في المعادلات الأساسية والقيود ، وتحقيق فهماً أعمق للمسألة والحل الذي تقدمه له .

د - إن البرمجة الخطية تستخدم تحليل الحساسية (وهو دراسة وتقييم مدى تأثير التغير في معاملات دالة الهدف والقيود ، وكذلك في قيم الجانب الأيسر على بقاء الحل النهائي هو الأمثل) ؛ بما يساعد على تعديل المسألة والتوصل إلى الحل المعدل في ظروف التغيرات الحاصلة في واحد أو أكثر من متغيرات المسألة .

هـ - إن طريقة السمبلكس تقدم لصانع القرار عند استخدامها فرصة احتساب أسعار الظل التي توفر معلومات مهمة لاتخاذ القرارات المتعلقة بالحصول على الموارد الإضافية واستخدامها في التحسين الإضافي لدالة الهدف التي يمكن تحقيقها عند



استخدام هذه الموارد الإضافية : مما يخفف من القيود لتوظيف موارد جديدة ، كلما كان ذلك يقترن بمساهمة أكبر من كلفة استخدام وحدة إضافية جديدة .

وإلى جانب هذه المزايا هناك بعض المحددات للبرمجة الخطية نوجزها فى الآتى :

أ - إن المحدد الأول يرتبط بالصعوبات المترافقة مع الطرق الرياضية ، ولايستثنى من ذلك البرمجة الخطية .

ب - فى البرمجة الخطية فإن دالة الهدف والقيود فى مشكلات الأعمال قد تتغير من يوم لآخر ؛ بفعل عوامل داخلية وخارجية ؛ مما يتطلب جهوداً مستمرة للاحتفاظ ببيانات متجددة ومحدثة للتوصل إلى حلول مجدية حقيقية .

ج - فى دالة الهدف والقيود غير الخطية فإن استخدام البرمجة الخطية يؤدي إلى سوء التطبيق ويكون الحل غير ممكن .

د - فى المسائل ذات العوامل سريعة التغير ؛ فإن البرمجة الخطية قد تصبح مكلفة ، ففى مشكلة الحد الأدنى مثلاً وخلال جمع البيانات عن القيود وعوامل الكلفة وصياغة المسألة وحلها قد تكون هذه البيانات قد أصبحت بدون جدوى وخارج الاستخدام .

## ٦- استخدام الحاسبة فى البرمجة الخطية :

إن النجاح الكبير فى مسائل البرمجة الخطية يعود إلى إنجازين مهمين : الأول ، يتمثل فى تطوير الطريقة المنهجية للتوصل إلى الحل الأمثل فمع أن الأفكار الأساسية للبرمجة الخطية كانت موجودة ، إلا أن الحل للمسائل الواقعية لم يكن ممكناً ؛ حتى قيام (جورج دانتزك G.B.Dantzig) فى أواخر الأربعينيات من هذا القرن بتطوير طريقة السمبلكس التى يمكن أن تتعامل مع عدد من المتغيرات . والإنجاز الثانى يتمثل فى التطوير السريع والتحسين المستمر فى الحاسبات ذات السرعة العالية ، فرغم أن طريقة السمبلكس تتم بشكل يدوى ، إلا أنها بفعل كونها عملية تكرارية تتطلب عمليات حسابية مطولة ومرهقة - جعلت استخدام الحاسبات عملية ضرورية فى حل أغلب مسائل البرمجة الخطية .

لهذا فقد قدمت برمجيات عديدة من أجل حل مسائل البرمجة الخطية ، وهذه البرمجيات سهلة الاستخدام ، وتؤدي إلى تخفيض كبير في الوقت المطلوب للتوصل إلى الحل النهائي . ومن البرامج في تطبيق نماذج بحوث العمليات ومنها البرمجة الخطية برنامج (LINDO) ، وقد استخدمه (أندرسون E.Anderson) في مجال الإنتاج والتصنيع في كتابه (إدارة التصنيع : النماذج والتحليل) .

كما أن (كراجوسكى ورتزمان Krajewski and Ritzman) طبقا برنامج (MOM) في حل مسائل البرمجة الخطية . ولعل البرنامج الأكثر استخداماً هو (Microsoft Excel) ، وقد استخدمه (إيفانس J.REVans) في صياغة المسائل وحلها في مجال الإنتاج / العمليات ، ومنها مسائل المزيج الإنتاجي .

والواقع أن هذه البرامج أخذت تؤدي إلى زيادة استخدام البرمجة الخطية : لأن مما يضعف استخدامها هو صعوبة فهم وصياغة المسائل وحلها في البرمجة الخطية ؛ حيث إن استخدام هذه البرامج سيؤدي إلى عدم الحاجة لفهم خطوات طريقة الحل وللقيام بالعمليات الحسابية المرهقة : من أجل التوصل إلى الحل النهائي .

**الأسئلة :**

- ١- وضّح ماذا نعنى بالبرمجة الخطية .
- ٢- وضّح المصطلحات الآتية : المتغير الخامل ، المتغير الفائض ، المتغير الاصطناعى ، المتغير الأساسى ، والمتغير غير الأساسى .
- ٣- ماهى الخطوات الأساسية لطريقة السمبلكس ؟
- ٤- كيف يتم اختبار الأمثلية فى :
  - أ - مسائل الحد الأعلى .
  - ب- مسائل الحد الأدنى .
- ٥- بين ماهى المتغيرات التى نستخدمها فى القيود الآتية :
  - أ - ( ) ب - ( ) ج - (=)
- ٦ - وضّح ماذا يمثل كل مما يأتى فى جدول السمبلكس الأولى :
  - أ - صف (ج - د - هـ) .
  - ب - صف المتغيرات الأساسية .

**التمارين :**

- ٧- حول القيود التالية إلى معادلات :

$$١٢ \quad ٢س٢ + ١س٣$$

$$٤٠ = ٣س٢ + ٢س٣ + ٥س٤$$

$$٦ \quad ١س٣$$

٨ - مصنع يقوم بإنتاج منتوجين ، كليهما يتطلب تخصيصين من العمال (عمال التصنيع وعمال التجميع) وكان وقت العمل المطلوب لإنتاج الوحدة من المنتج الأول (٤) ساعات من عامل التصنيع و (٥) ساعات من عامل التجميع ، و المنتج الثاني يتطلب (٥) ساعات و(٣) ساعات على التوالي .

الوقت المتاح لعمال التصنيع (٣٠٠) ساعة فى الأسبوع و لعمال التجميع (٢٤٠) ساعة ، ومن المتوقع أن يكون ربح الوحدة من المنتج الأول (١٠) دنانير ومن المنتج الثانى (٥) دنانير . ويعمل المصنع فى سوق رائجة ويستطيع بيع جميع ما يقوم بإنتاجه فى الفترة القادمة .

المطلوب : تحديد المزيج الإنتاجي من المنتجين الذى يحقق أكبر ربح ممكن .

**المراجع :**

- 1- D.R.Anderson et al.,An Introduction to Management Science : Quantitative Applied To Decision Making .St .Paul . Minn West . 1988.
- 2- E.Anderson, The Management of Manufacturing: Models and Analysis , Irwin , Homewood ,Boston , 1994.
- 3- T.M.Cook and R.A.Russell , Introduction to Management Sciences, Printice-Hall , Englewood ,Cliffs , New Jersey .1993.
- 4- J.R.Evans,Production / Operations Management , West Publishing Co. USA.1997.
- 5- C.A.Gallagher and H.J.Watson , Quantitative Methods for Business Decision, McGraw-Hill Book Co. New York , 1980.
- 6- L.J.Kragewski and L.P.Ritzman , Operations Management , Addison - Wesley Publishing Co.Reading, Massachusette , 1996.
- 7- S.M.Lee, et al., Management Science, Wm C.Brown Co. Iowa, 1981.
- 8- P.G.Mckeown and K.R.Davis, Quantitative Models for Management , Kent Publishing Co. Boston , 1984.
- 9- W.J.Stevenson, Production \Operations Management, Irwin, Homewood, Boston ,1990.

## الفصل السابع : التخطيط الإجمالي

١-٧- المدخل

٢-٧- رؤية كلية للتخطيط الإجمالي

٣-٧- خطط تطوير السعة

٤-٧- ملائمة السعة / الطلب

٥-٧- مداخل التخطيط الإجمالي

أولاً : مدخل من أعلى إلى أسفل

ثانياً : مدخل من أسفل إلى أعلى

٦-٧- خطط تسوية التدفّيق بالطلب

٧-٧- الطرق المستخدمة في التخطيط الإجمالي

أولاً : الطريقة البيانية

ثانياً : الطريقة التجريبية

ثالثاً : الطرق الرياضية

٨-٧- استخدام التخطيط الإجمالي في الخدمات

الأسئلة

التمارين

المراجع



## ٧-١- المدخل :

لقد انقضت فترة طويلة كان فيها تخطيط الإنتاج يرتبط بنمط خط الإنتاج ، ويعتمد على عوامل السعة الثابتة طويلة الأمد التى تتمثل بنمط الإنتاج وحجم المصنع . وكان الإنتاج الواسع هو النمط السائد والأكثر كفاءة ، وكانت معايير التقييم المعتمدة هى الكفاءة والإنتاجية والعائد على الاستثمار ، إلا أن هذه المرحلة بعد عدة عقود شهدت تحولاً نحو نمط جديد هو نمط خط الزبون الذى يعتمد بدرجة أكبر على عوامل السعة المتغيرة وقصيرة الأمد مثل : مستويات المخزون ووقت العمل المرن (الوقت الإضافى والجزئى) والتعاقد الثانوى .. إلخ ، ويكون الإنتاج المتنوع هو النمط الأكثر ملاءمة ومعايير التقييم المعتمدة هى المرونة والاستجابة السريعة والخدمة الأفضل للزبون .

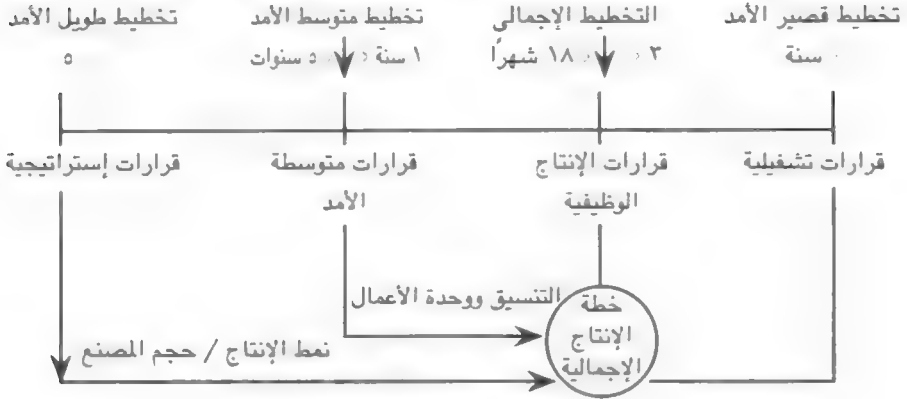
وفى سياق هذا التطوير فإن التخطيط الإجمالى يحتل أهمية كبيرة فى إدارة العمليات ؛ لأنه يحقق الربط بين عوامل السعة الثابتة طويلة الأمد وعوامل السعة المتغيرة والقابلة للتعديل فى الأمد القصير مع التركيز على العوامل الخبرة من أجل تحقيق الملاءمة الأفضل للسعة مع الطلب .

## ٧-٢- رؤية كلية للتخطيط الإجمالى :

يمكن تعريف التخطيط الإجمالى بأنه عملية وضع خطة الإنتاج الإجمالية فى المدى المتوسط (ما بين ٣- ١٨ شهراً) التى يتم تحديد كمية الإنتاج وتوقيته . ومن هذا التعريف ؛ فإن أفق التخطيط يكون متوسط المدى ؛ حيث تسبق التخطيط الإجمالى القرارات الإستراتيجية طويلة الأمد المتعلقة بمستوى السعة . بينما تكون خطة الإنتاج الإجمالية القرار متوسط الأمد الذى هو من مسؤولية إدارة العمليات لتأتى بعده القرارات التشغيلية المرتبطة بجدولة الإنتاج فى المدى القصير . والشكل رقم (٧-١) يوضح الأفق الزمنى للتخطيط الإجمالى الذى هدفه الوصول إلى خطة الإنتاج الإجمالية التى يجب أن تكون منسقة مع الإستراتيجية الكلية للشركة وإستراتيجية وحدة الأعمال .



## الشكل رقم (٧-١) : الأفق الزمني للتخطيط الإجمالي



كما يمكن تعريف التخطيط الإجمالي بأنه عملية الملاءمة بين السعة (العرض) والطلب في المدى المتوسط ؛ حيث إن السعة (الإنتاجية) هي معدل المخرجات الذي يمكن تحقيقه في فترة زمنية معينة ، ويمكن النظر إلى السعة من جانبيين أساسيين هما :

أولاً : السعة كأحد القرارات الإستراتيجية التي تتعلق باختيار حجم المصنع (أى مستوى السعة) الذي لا يمكن تغييره بسهولة في المدى القصير . وفى هذه الحالة فإن السعة تكون دالة حجم المصنع ، الخطوط الإنتاجية ، نمط الإنتاج ، وعدد الآلات ؛ حيث إن قرارات مستوى السعة طويلة الأمد تتحول إلى أبنية وخطوط إنتاج ومعدات تتطلب استثمارات كبيرة غير قابلة للتعديل في المدى القصير ؛ لهذا فإنها تمثل السعة الثابتة فى الشركة ، وهى تحدد الحد الأعلى للسعة الداخلية التى يمكن للشركة بجهودها الذاتية الإيفاء بالطلب .

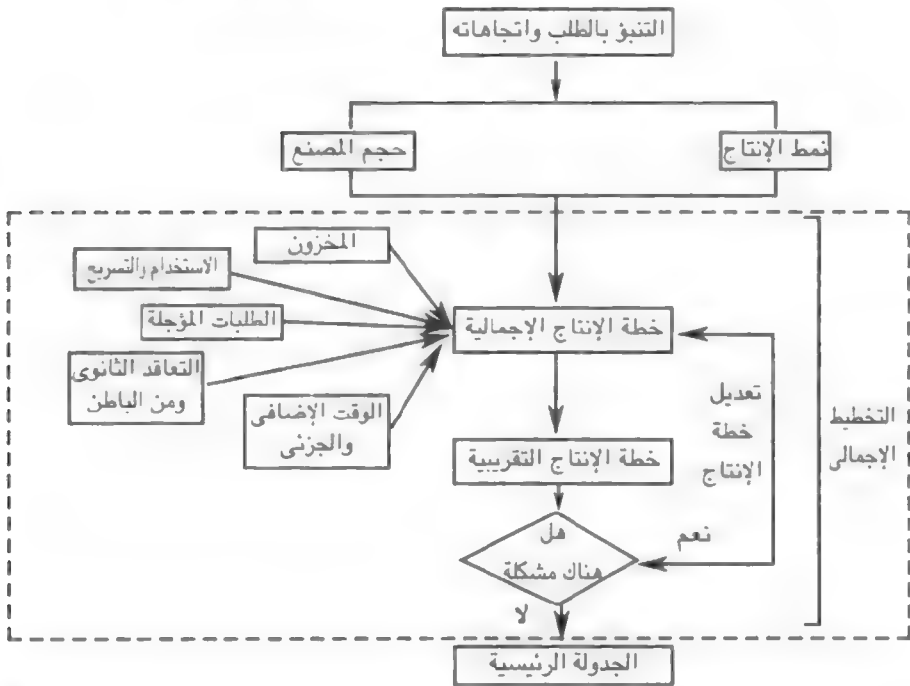
ثانياً : السعة كأحد القرارات التشغيلية التى تتعلق بمتغيرات القرار ، وهى الخيارات المستخدمة من قبل الشركة لمواجهة التذبذبات فى الطلب من فترة لأخرى فى المدى القصير . وتتمثل متغيرات القرار فى الآتى : وقت العمل المرن (الوقت الإضافى والجزئى) ، الاستخدام والتسريع ، المخزون ، التعاقد الثانوى ،

الطلبات المؤجلة ، وهذا النوع من السعة يمثل السعة القابلة للتعديل فى المدى القصير ، والتي تستخدمها إدارة العمليات لتحقيق الملاءمة الحسيفة بين السعة المتاحة والطلب .

ولابد من التأكيد على أن التخطيط الإجمالي لا يواجه أية مشكلة إذا كان الطلب ثابتاً ومستقراً فى السوق : لأنه فى هذه الحالة يستلزم استخدام مستوى السعة أو الحجم الملائم لمستوى الطلب الثابت .

ولكن مع تغير الطلب العشوائى وتذبذه من فترة لأخرى : فإن التخطيط الإجمالي يصبح ذا أهمية كبيرة ، حيث يستخدم متغيرات القرار لمواجهة مثل هذا التذبذب فى الطلب . وإن الشكل رقم (٧-٢) يقدم رؤية كلية للتخطيط الإجمالي بالعلاقة مع السعة الثابتة (نمط الإنتاج وحجم المصنع) والسعة القابلة للتعديل (متغيرات القرار) .

الشكل رقم (٧-٢) : رؤية كلية للتخطيط الإجمالي



ومن الشكل رقم (٧-٢) نلاحظ أن التخطيط الإجمالي يتطلب خطوات متعاقبة هي :

أولاً : التنبؤ بالطلب لتحديد مستوى السعة المطلوب ونمط التغير فيه . وهذه الخطوة تشير إلى أن القرب من السوق ومن حاجات الزبون أصبح هو نقطة البدء في إستراتيجية العمليات .

ثانياً : ملاعة السعة (العرض) مع الطلب من خلال خطة الإنتاج الإجمالية ، وعادة ما توضع بدائل للخطة على أساس مستويات الاستخدام للقوى العاملة ومتغيرات القرار الأخرى ، وهذه تعتبر من أهم الخطوات في التخطيط الإجمالي .

ثالثاً : تخطيط الإنتاج التقريبي ، هو يمثل عملية تقييم مختلف الخطط والبدايل المقترحة لموازنة السعة مع الطلب .

رابعاً : الإقرار أو التعديل ؛ فإذا لم تكن هناك مشكلات تتعلق بملاعة السعة / الطلب تقر خطة الإنتاج الإجمالية ، أما إذا كانت هناك مشكلات (أى عدم الملاعة) تتم إعادة النظر في الخطة المقترحة .

خامساً : تحويل خطة الإنتاج الإجمالية إلى جدول الإنتاج الرئيسى ؛ فمن أجل أن تكون الخطة عملية وممكنة التطبيق فلا بد من تحويلها إلى احتياجات محددة من المنتجات والمواد المكونة لها ، وهذا ما سنناقشه في الفصل الثامن .

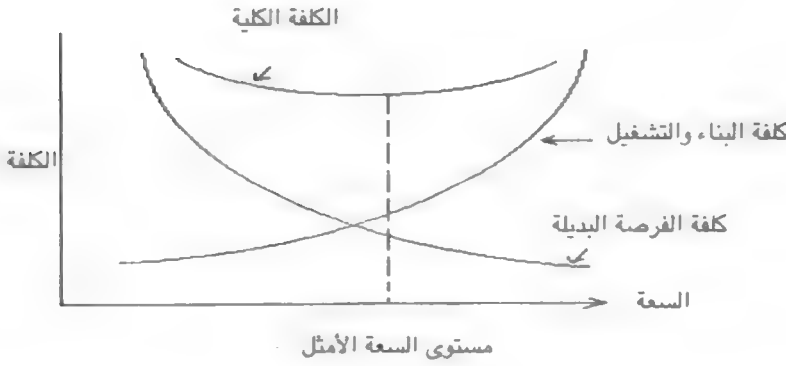
## ٧-٢- خطط تطوير السعة :

إن التغير في الطلب يمكن أن يأخذ نمط الاتجاه أو نمط التذبذب العشوائى الذى لا يرشح اتجاهاً معيناً ، وإن نمط الاتجاه يطرح مشكلة تطوير السعة طويل الأمد ، فى حين أن نمط التذبذب العشوائى يطرح مشكلة ملاعة السعة فى الأمد القصير مع الطلب .

فى خطة تطوير السعة طويلة الأمد ، فإن الشركة يجب أن تقوم بالمبادلة الاقتصادية بين كلفة السعة وكلفة الفرصة البديلة عند عدم امتلاك السعة الملائمة ، وإن كلفة السعة تتضمن الاستثمار الأولى فى المصنع (بناء السعة) والكلفة السنوية للتشغيل والمحافظة

على السعة (تشغيل السعة) ، وإن كلفة الفرصة البديلة (كلفة عدم كفاية السعة) تنشأ عن المبيعات الضائعة وانخفاض حصة الشركة في السوق ، ومع أن الكلفة الأخيرة صعبة التكميم ، إلا أن بالإمكان تحديد مستوى السعة عند الحد الأدنى للكلفة الكلية لكلا الكلفتين وكما مبين في الشكل رقم (٧-٣) الذي يوضح نموذج مبادلة السعة الكلفة وتحديد مستوى السعة الأمثل .

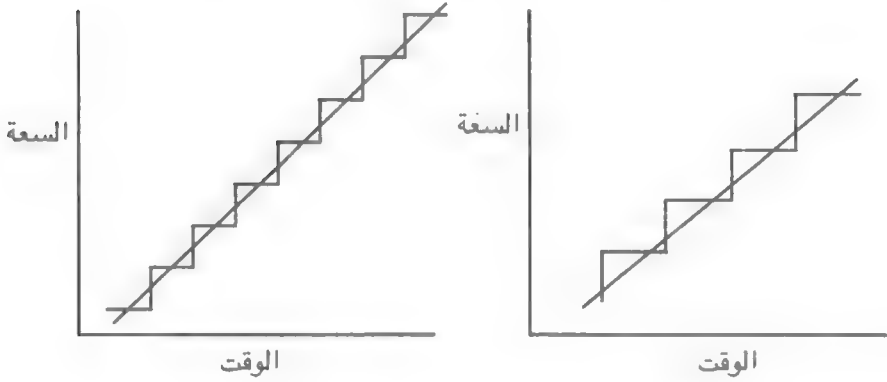
الشكل رقم (٧-٣) : نموذج مبادلة السعة / الكلفة



وفي خطة تطوير السعة طويلة الأمد ؛ فإن لدى الشركة الخيار في القيام بزيادات صغيرة متكررة أو إضافات كبيرة أو وثبات إستراتيجية في السعة (لقد سبق الإشارة إلى هذين الأسلوبين في ملحق الفصل الأول : إستراتيجية العمليات : المدخل الياباني) ، وإن عملية الاختيار لا بد أن تخضع للتحليل الاقتصادي للكلف والمخاطر ، وأن أسلوب الزيادات الصغيرة والمتكررة يتسم بانخفاض المخاطرة .

أما خطة تطوير السعة قصيرة الأمد ؛ فإنها تمثل المهمة الأساسية للتخطيط الإجمالي الذي يستخدم متغيرات القرار لتحقيق هذا التطوير من أجل ملائمة السعة مع التذبذب في الطلب والطلب الموسمي في المدى القصير ، وهذا ما سيكون موضوع الفقرة التالية .

## الشكل رقم (٧-٤) زيادة السعة : الوثبات والزيادات الصغيرة



## ٧-٤-٤ - ملائمة السعة / الطلب :

إن ملائمة السعة / الطلب في المدى القصير يمثل العملية الأكثر أهمية في التخطيط الإجمالي ، ومن الممكن تحقيق هذه الملائمة من خلال نوعين من الخيارات هما :

## أولاً - خيارات ملائمة السعة للطلب :

هذه الخيارات تتمثل في متغيرات القرار ويمكن تحديد أهمها كالتالي :

أ- استخدام وتسريع العمال : تم اللجوء إلى هذا الخيار في الشركات كثيفة العمل ، إلا أن بعض الشركات تميل إلى استقرار القوى العاملة فيها ، خاصة عندما تكون مهارات العاملين نادرة ، كما أن نقابات العمال وبعض قوانين العمل تعارض وتقيّد حجم الاستخدام والتسريع : مما لا يشجع الشركات على اللجوء إلى هذا الخيار .

ب- الوقت الإضافي / الوقت الجزئي : إن الوقت الإضافي جذاب في فترات الرواج وزيادة الطلب ، إلا أن كلفة الوقت الإضافي أكبر من الوقت النظامي ، كما أن نقابات العمال ترفض الوقت الإضافي لفترة طويلة : مما يؤثر على استخدامه في

الشركات . أما الوقت الجزئي (أسبوع العمل ما بين ١٥-٢٥ ساعة) فيكون جذاباً في فترات الركود وانخفاض الطلب ، إلا أن هناك صعوبة في إيجاد من يعمل بوقت جزئي بسبب قلة الأجور ، كما أن النقابات تعارض هذا النوع من العمل : لأن أصحابه لا يكونون عمالاً نظاميين ، وبالتالي لا يكونون أعضاء فيها .

ج - المخزون : حيث يتم الخزن في فترة الركود وانخفاض الطلب من أجل استخدامه (كسعة مضاعفة) في فترة الرواج وارتفاع الطلب ، إلا أن هذا الخيار يتطلب تحمل كلفة الاحتفاظ (الخزن ، التأمين ، والتقاعد والتلف) .

د - التعاقد الثانوي أو من الباطن : يمثل السعة الخارجية حيث يتم شراء المنتج من الشركات المشابهة ، وعادة ما تكون كلفة شراء المنتج عالية نسبياً ؛ مما يستلزم المفاضلة واتخاذ قرار الصنع والشراء .

إن هذه الخيارات تمثل وسائل مهمة وشائعة الاستخدام لزيادة السعة في المدى القصير ؛ مما يعطي مرونة أكبر في الاستجابة للطلب مقارنة بخطط تطوير السعة طويلة الأمد .

## ثانياً - خيارات ملائمة الطلب للسعة :

هذه الخيارات تعمل على زيادة الطلب الأخذ بالانخفاض أو إيجاد طلب جديد في فترات الركود من أجل ملائمة الطلب للسعة ، وهذه الخيارات ترتبط بالسياسات التسويقية في الشركة ، وتشمل ما يأتي :

أ - التسعير : حيث تلجأ الشركة إلى السعر العالي في فترات ذروة الطلب والسعر المخفض (المشجع) في فترات الركود لغرض ملائمة الطلب مع السعة . ولا بد من أن تكون هناك مرونة بالسعر من أجل استخدام هذا الخيار .

ب- الترويج : يشير (فيليب كوتلر P. Kotler) إلى أن الشركات أخذت توجد أقساماً للترويج من أجل زيادة الطلب ، وأن أدوات الترويج الأكثر شعبية هي القسائم ،

الأقساط ، مباريات الزبائن ، خصم الكمية ، السلع المجانية .. إلخ ، وهذه يمكن أن تحفز الزبائن على الطلب ليقرب من السعة المتاحة .

**ج - الطلبات المؤجلة أو غير المنجزة :** هذا الخيار يقوم على تحويل الطلبات إلى فترات أخرى ، ويعتمد النجاح فيه على رغبة الزبائن في الانتظار لفترة أطول ، وعلى استعداد الإدارة على تحميل الجزاءات أو الكلف المترافقة مع الطلبات المؤجلة .

**د - الطلب الجديد :** العديد من الشركات تواجه مشكلة الطلب المنخفض في فترات معينة مثل ذلك شركة النقل العام داخل المدن تواجه ذروة طلب عند بدء ونهاية الدوام في العمل وقلة الطلب بينهما ؛ لذا تلجأ الشركة إلى خلق طلب جديد كتنظيم سفرات للمدارس ، خدمات النقل للنوادي في فترات الركود ، في حين أن الشركات الصناعية قد تدخل منتجات مكملة للمنتجات الرئيسية في فترة الركود .

## ٧-٥ - مداخل التخطيط الإجمالي :

إن خطة الإنتاج الإجمالية تتعامل مع المستوى الكلي للسعة والمخرجات المطلوب إنتاجها ، وهناك مدخلان للتخطيط الإجمالي هما :

### أولاً - مدخل من أعلى إلى أسفل :

في هذا المدخل يتم تطوير خطة إجمالية من خلال العمل على المستوى الأعلى - الإجمالي : حيث تقوم إدارة العمليات بتحديد منتج متوسط يستخدم كوحدة قياس لما هو مطلوب من السعة للمنتجات المختلفة التي تتضمنها خطة الإنتاج الإجمالية ؛ ليتم بعدئذ تجزئة الخطة عند النزول إلى الأسفل نحو المنتجات التفصيلية لتخصيص السعة لعائلة المنتج أو للمنتجات المنفردة . والمثال (٧-١) يوضح كيفية استخدام المنتج المتوسط .

### المثال (٧-١) :

شركة تنتج أربعة أنواع من الدراجات فى أحد مصانعها هى : دراجة كبيرة وصغيرة ذات عجلتين ، ودراجة بثلاث عجلات كبيرة وصغيرة ، وكانت الشركة تستخدم وحدة قياس للمخرجات تمثل المنتج المتوسط كالاتى :

الدراجة ذات العجلتين الكبيرة = (١) منتج متوسط .

الدراجة ذات العجلتين الصغيرة = (٠.٧٥) منتج متوسط .

الدراجة الكبيرة ذات ثلاث عجلات = (٠.٩٠) منتج متوسط .

الدراجة الصغيرة ذات ثلاث عجلات = (٠.٦٠) منتج متوسط .

وكانت تقديرات الطلب على منتجات الشركة فى السنة القادمة كالاتى :

الدراجة ذات العجلتين الكبيرة = ١٠٠٠٠ وحدة .

الدراجة ذات العجلتين الصغيرة = ٨٠٠٠ وحدة .

الدراجة الكبيرة ذات ثلاث عجلات = ٨٠٠٠ وحدة .

الدراجة الصغيرة ذات ثلاث عجلات = ٧٥٠٠ وحدة .

ما هو مستوى السعة المطلوب على أساس وحدة قياس المنتج المتوسط ؟

الحل :

السعة المطلوبة = (١ × ١٠٠٠٠) + (٠.٧٥ × ٨٠٠٠) + (٠.٩٠ × ٨٠٠٠) +

(٠.٦٠ × ٧٥٠٠) = ١٠٠٠٠ + ٦٢٠٠ + ٧٢٠٠ + ٤٥٠٠ = ٢٧٧٠٠ منتج متوسط .

### ثانيا : مدخل من أسفل إلى أعلى :

يتم فيه إعداد الخطط الفرعية للمنتجات الأساسية وعوائل المنتجات عند المستوى الأدنى فى خط الإنتاج ، وبعدئذ تجمع هذه الخطط الفرعية للتوصل إلى خطة إنتاج إجمالية تحدد المخرجات الكلية والسعة المطلوبة لإنتاجها . وهذا المدخل أكثر شيوعاً

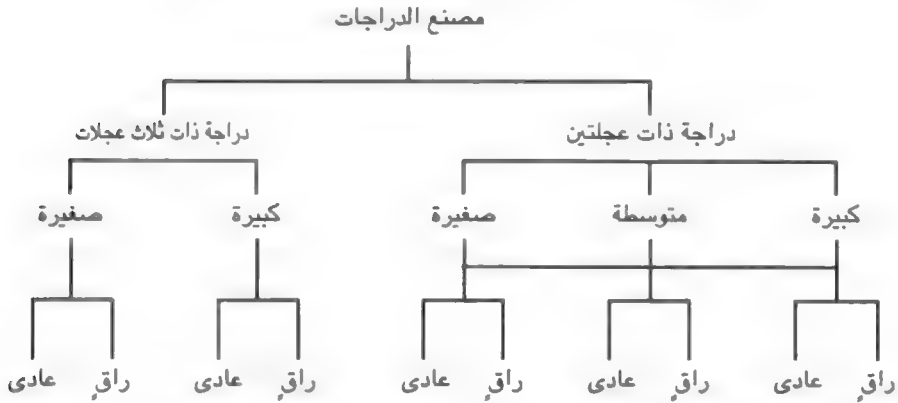


واستخداماً : لكونه أكثر واقعيةً ، ولأنه يقترب من السعة الفعلية لخطوط الإنتاج ومهارات العاملين ، كما أنه أكثر اقتصاداً بالكلفة لهذا تستخدمه أغلب الشركات .

ومن أجل توضيح كيفية استخدام هذين المدخلين فإن الشكل رقم (٧-٥) يظهر مصنع الدراجات الذي ينتج نوعين أساسيين من الدراجات ، كل نوع يتضمن أنواعاً فرعية من الدراجات وصولاً إلى المستوى الأدنى . وفي المدخل الأول من أعلى إلى أسفل : فإن التخطيط يتم على مستوى الدراجات ككل حيث يحدد حجم المخرجات الكلي من المنتج المتوسط في الخطة الإجمالية وبعدئذ تجزئ إلى النوعين الأساسيين والأنواع الفرعية بعد تخصيص نسبة من الحجم الكلي للمنتج المتوسط لكل نوع منها .

أما في المدخل الثاني ، فإن الخطط الفرعية توضع أولاً عند المستوى الأدنى ، أي الدراجات من النوع الراقى والعادى ، ومن ثم كبيرة ومتوسطة وصغيرة من النوع الأساسى الأول (الدراجة ذات العجلتين) ومثل ذلك للدراجة ذات الثلاث عجلات ، وترفع إلى الأعلى من أجل تجميع الخطط الفرعية لإعداد خطة الإنتاج الإجمالية .

#### الشكل رقم (٧-٥) : مصنع الدراجات وأنواع المنتجات



## ٧-٦- فخط تسوية التذبذب بالطلب :

كما أشرنا فإن التخطيط الإجمالى يكون ذا أهمية كبيرة فى ظروف التذبذب العشوائى بالطلب وكذلك فى الطلب الموسمى . وفى المفهوم التقليدى للتخطيط الإجمالى ؛ فإن الخيارات المستخدمة لمواجهة التذبذب فى الطلب كانت مقتصرة على استخدام وتسريع القوى العاملة وتغيير مستويات المخزون ، إلا أنه فى المفهوم الحديث فإن التخطيط الإجمالى يستخدم متغيرات أخرى : كالوقت الإضافى - الجزئى ، التعاقد الثانوى ، و الطلبيات المؤجلة .. إلخ ، ويوجد فى التخطيط الإجمالى نوعان من الخطط لاستخدام هذه المتغيرات وهما :

### أولاً : الخطط المجردة

هى الخطط التى تركز على أحد متغيرات القرارات كنقطة بؤرية وحيدة لمواجهة التذبذبات فى الطلب ، كما هو الحال فى الاعتماد على الاستخدام و التسريع أو التعاقد الثانوى لتحقيق ذلك ، وهناك عدد من الخطط المجردة نشير إليها كالتالى :

- أ - الاحتفاظ بقوة عمل متغيرة ، وهذا يمثل مدخل الاستخدام والتسريع .
- ب - الاحتفاظ بمعدل مخرجات ثابت ، وفى هذه الخطة يتم الاستعانة بالتعاقد الثانوى للإيفاء بالطلبات أو اللجوء إلى الطلبيات المؤجلة .
- ج - ملائمة الطلب فترة لفترة : هذه تدعى خطة التعقب ؛ حيث يكون فيها حجم المخرجات المخطط مساوياً للطلب المتوقع فى كل فترة من فترات الخطة .

### ثانياً : الخطط المركبة أو المزيجية

هى الخطط التى تستخدم اثنين أو أكثر من المتغيرات فى نفس الوقت كما هو الحال فى استخدام تغيير القوى العاملة والتعاقد الثانوى ، أو الطلبيات المؤجلة واستخدام الوقت الإضافى .. إلخ ، وهذا النوع من الخطط هو الأكثر استخداماً فى التخطيط الإجمالى .

إن الخطط المختلفة (المجردة والمزيجية) يتم تقييمها فى التخطيط الإجمالى على أساس الكلفة ؛ من أجل التوصل والاختيار لل خطة الأفضل التى تحقق أدنى كلفة ، كما يراعى فى هذه المجال أهداف الشركة وإستراتيجيتها ؛ فإذا كانت إستراتيجية الشركة تقوم على الاقتراب من الاستغلال الكامل للطاقة ؛ لأن الاستغلال الناقص مكلف ؛ فإن خطة الإنتاج الإجمالى تلجأ إلى استخدام الوقت الإضافى والمخزون ، أما إذا كان من أهداف الشركة استقرار القوى العاملة ، كما هو الحال فى الشركات التى تواجه نقصاً فى مهارات العمل النادرة ؛ فإن الخطة لا تلجأ إلى الاستخدام والتسريع ، وإنما تلجأ إلى الاحتفاظ بقوة العمل الثابتة واستخدام البدائل الأخرى ، وكذلك الحال إذا كانت الشركة تعمل من أجل تحسين خدمة الزبائن ؛ فإنها لا تلجأ إلى الطلبات المؤجلة ، وتستعيز عن ذلك بالمتغيرات الأخرى مثل التعاقد الخارجى للحصول على طاقة خارجية إضافية للإيفاء بالطلبات التى لا تستطيع الإيفاء بها بطاقتها الذاتية .

## ٧-٧- الطرق المستخدمة فى التخطيط الإجمالى :

هناك طرق عديدة يمكن استخدامها فى التخطيط الإجمالى من أجل ملاعة الطاقة (المخرجات) مع الطلب ، ويمكن تحديد هذه الطرق كالتالى :

### أولاً : الطريقة البيانية :

هى طريقة بسيطة وسهلة فى الإعداد وتحقق مزية الأشكال البيانية فى الوصف البصرى للطلب المتوقع والإنتاج خلال فترة الخطة ؛ مما يوفر أساساً جيداً لتطوير الخطط البديلة واختيار الخطة البديلة الأفضل وفق أهداف الشركة . وفى هذه الطريقة توجد أشكال بيانية عديدة منها الأشكال التى تمثل الطلب والإنتاج (كمتوسط) وفى كل فترة لغرض المقارنة ، والأشكال البيانية التراكمية للطلب والإنتاج ، والواقع أن هذه الأشكال مهمة لفهم مشكلة التخطيط الإجمالى وعملية الملاعة بين الطلب والإنتاج .

والمثال (٧-٢) يوضح هذه الطريقة .

مثال (٧-٢) :

شركة المستقبل لإنتاج المضخات تخطط لثماني فترات قادمة ، وبعد دراسة الفترة الماضية وحالة السوق وضعت التنبؤ الآتي بالطلب في هذه الفترات ، كما حددت أيام العمل في كل فترة كما في الجدول .

الطلبات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	المجموع
الطلب (وحدة)	١٣٢٠	١٥٦٠	١٩٨٠	١٧٢٠	٢٩٠٠	٢٩٠٠	٢٩٨٠	١٢٤٠	١٧٦٠٠
عدد أيام العمل	٤٠	٤٠	٣٨	٤٤	٤٠	٤٥	٢٨	٣٥	٣٢٠

المطلوب :

- ١- إعداد مخطط الطلب المتوقع والإنتاج (على أساس متوسط الإنتاج / فترة) .
- ٢- ارسم الشكل البياني للطلب والإنتاج التراكم (على أساس متوسط الإنتاج / فترة) .
- ٣- استخدم المخزون لتسوية التدبذ في الطلب في الفترات ، وأن الشركة لا تستخدم مخزون أمان في بداية الفترات ونهايتها .
- ٤- حدد مقدار مخزون الأمان الذي يجب أن تحتفظ به الشركة لتجنب نفاذ المخزون ، وهل من الأفضل الاحتفاظ بمخزون الأمان أو قبول نفاذ المخزون إذا كانت كلفة الاحتفاظ بالوحدة من المخزون (١) دينار وكلفة نفاذ المخزون (٢٠) دينار / وحدة / فترة (أي أن الشركة تتحمل الجزاء ، أو كلفة الفرصة البديلة الضائعة من الطلبات المؤجلة أو غير المنجزة التي قد تذهب للمنافسين) .

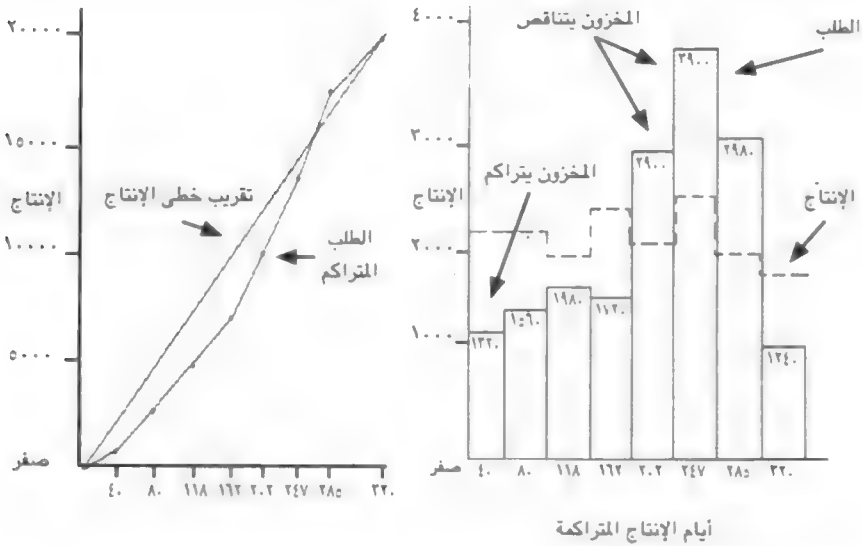
الحل : احتساب متوسط الإنتاج / اليوم

$$\text{متوسط الإنتاج / اليوم} = \frac{١٧٦٠٠٠}{٣٢٠} = ٥٥ \text{ وحدة} .$$

احتساب الطلب والإنتاج والطلب والإنتاج التراكمي كما في الجدول الآتي :

الفترة	الطلب (وحدة)	عدد أيام الإنتاج	الإنتاج وحدة / فترة	الطلب المتراكم	الإنتاج المتراكم
١	١٣٢٠	٤٠	٢٢٠٠	١٣٢٠	٢٢٠٠
٢	١٥٦٠	٤٠	٢٢٠٠	٢٨٨٠	٤٤٠٠
٣	١٩٨٠	٣٨	٢٠٩٠	٤٨٦٠	٦٤٩٠
٤	١٧٢٠	٤٤	٢٤٢٠	٦٥٦٠	٨٩١٠
٥	٢٩٠٠	٤٠	٢٢٠٠	٩٤٨٠	١١١١٠
٦	٢٩٠٠	٤٥	٢٤٧٥	١٢٣٨٠	١٣٥٨٥
٧	٢٩٨٠	٣٨	٢٠٩٠	١٦٣٦٠	١٥٦٧٥
٨	١٢٤٠	٣٥	١٩٢٥	١٧٦٠٠	١٧٦٧٥

١- التمثيل البياني للطلب والإنتاج في الفترات . ٢- التمثيل البياني للطلب والإنتاج المتراكمين .



إذا كان الإنتاج في فترة ، الطلب في الفترة = المخزون يتراكم .

الإنتاج في الفترة ، الطلب في الفترة = المخزون يتناقص .

٢- احتساب المخزون في نهاية كل فترة كفرق متراكم بين الإنتاج والطلب ، ومتوسط المخزون وكلفة الاحتفاظ بالمخزون حيث إن :

$$\text{متوسط المخزون في الفترة} = \frac{\text{المخزون في بداية الفترة} + \text{المخزون في نهاية الفترة}}{2}$$

كلفة الاحتفاظ في فترة = كلفة الاحتفاظ / الوحدة / فترة x متوسط المخزون

الفترة	الطلب	الإنتاج وحدة / فترة	التغير في المخزون الأعمدة (١-٢)	مخزون نهاية الفترة	متوسط المخزون	كلفة الاحتفاظ بالمخزون (دينار)
	١	٢	٣	٤	٥	٦
١	١٣٢٠	٢٢٠٠	٨٨٠	٨٨٠	٤٤٠	٤٤٠
٢	١٥٦٠	٢٢٠٠	٦٤٠	١٥٢٠	١٢٠٠	١٢٠٠
٣	١٩٨٠	٢٠٩٠	١١٠	١٦٣٠	١٥٧٥	١٥٧٥
٤	١٧٢٠	٢٤٢٠	٧٠٠	٢٣٣٠	١٩٨٠	١٩٨٠
٥	٢٩٠٠	٢٢٠٠	(٧٠٠)	١٦٣٠	١٩٨٠	١٩٨٠
٦	٣٩٠٠	٢٤٧٥	(١٤٢٥)	٢٠٥	٩١٧٠	٩١٧٠
٧	٢٩٨٠	٢٠٩٠	(٨٩٠)	(٦٨٥)	١٠٢٠	١٠٢٠
٨	١٢٤٠	١٩٢٥	٦٨٥	١٢٤٠	٦٢٠	٦٢٠
المجموع						٨٨١٠

$$\text{متوسط المخزون في الفترة (١)} = \frac{\text{صفر} + ٨٨٠}{2} = ٤٤٠ \text{ وحدة .}$$

$$\text{متوسط المخزون في الفترة (٢)} = \frac{١٥٢٠ + ٨٨٠}{2} = ١٢٠٠ \text{ وحدة .}$$

٤- يلاحظ من الجدول السابق أن المخزون يتراكم خلال الفترات (٦-٧) وبعدها يأخذ بالنفاد في الفترة السابعة فقط بمقدار (٦٨٥) وحدة ، وأن كلفة نفاد المخزون هي (١٣٧٠٠) دينار (٢٠ x ٦٨٥) .

وأن كلفة الاحتفاظ بالمخزون مع نفاد المخزون = ١٣٧٠٠ + ٨٨١٠ = ٢٢٥١٠ دينار .

ومن أجل تجنب نفاد المخزون يتم اللجوء إلى استخدام مخزون الأمان ، ويتحدد مقدار مخزون الأمان في مثل هذه الحالة بأكبر نقص يظهر في عمود مخزون نهاية الفترة وفي المثال (٦٨٥) وحدة . ومن الممكن احتساب كلفة الاحتفاظ بمخزون الأمان : لتجنب نفاد المخزون كما في الجدول أدناه .

الفترة	الطلب (وحدة)	الإنتاج وحدة / فترة	مخزون بداية الفترة مع مخزون أمان (٦٨٥)	مخزون نهاية الفترة	متوسط المخزون	كلفة الاحتفاظ بالمخزون (دينار)
١	١٣٢٠	٢٢٠٠	٦٨٥	١٥٦٥	١١٢٥	١١٢٥
٢	١٥٦٠	٢٢٠٠	١٥٦٥	٢٢٠٥	١٨٨٥	١٨٨٥
٣	١٩٨٠	٢٠٩٠	٢٢٠٥	٢٣١٥	٢٢٦٠	٢٢٦٠
٤	١٧٢٠	٢٤٢٠	٢٣١٥	٣٠١٥	٢٦٦٥	٢٦٦٥
٥	٢٩٠٠	٢٢٠٠	٣٠١٥	٢٣١٥	٢٦٦٥	٢٦٦٥
٦	٣٩٠٠	٢٤٧٥	٢٣١٥	٨٩٠	١٦٠٢,٥	١٦٠٢,٥
٧	٢٩٨٠	٢٠٩٠	٨٩٠	-	٤٤٥	٤٤٥
٨	١٢٤٠	١٩٢٥	-	٦٨٥	٣٤٢,٥	٣٤٢,٥
المجموع						١٢٩٩٠

مخزون البداية في الفترة (١) = مخزون الأمان = ٦٨٥

مخزون النهاية في الفترة (١) = (مخزون البداية في الفترة ١ + إنتاج الفترة ١) -

الطلب في الفترة (١) = (٢٢٠٠ + ٦٨٥) - ١٣٢٠ = ١٥٦٥

من مقارنة كلف استخدام مخزون الأمان بمقدار (٦٨٥) وحدة لتجنب نفاد المخزون ؛ فإن كلفة الاحتفاظ تكون (١٢٩٩٠) وهي أقل من كلفة البديل الآخر (عدم استخدام مخزون الأمان وتحمل كلفة النفاد) فهو إذن البديل الأفضل .

## ثانيا : الطريقة التجريبية

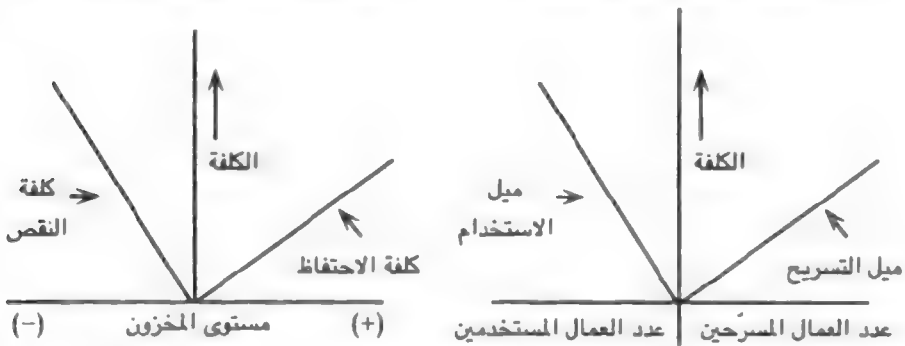
هى من أكثر الطرق استخداماً فى التخطيط الإجمالي ، وتقوم على استخدام متغيرات القرار كخيارات متاحة لمدير العمليات لإعداد الخطط البديلة للإيفاء بالطلب ، واحتساب كلف هذه الخطط ، ومن ثم اختيار الخطة الأفضل التى تحقق أدنى كلفة .

ومن الضرورى الإشارة إلى أن التخطيط الإجمالي يستخدم المبادلات ما بين كلف المتغيرات التى تستخدم فى إعداد الخطط البديلة ، وأهم هذه الكلف هى :

(أ) **كلف التهيئة** : تشير إلى تلك الكلف التى تظهر نتيجة لتغيير مستويات الإنتاج من فترة لأخرى ؛ ففي التخطيط الإجمالي يمكن أن تمثل كلفة التهيئة كلفة تغيير حجم قوى العمل عند الزيادة فى الطلب (فيكون الاستخدام) ، وعند انخفاض الطلب (يكون التسريح) مع كلف أخرى ترتبط بذلك كإنخفاض الروح المعنوية مع التسريح واحتمال انخفاض حجم قوة العمل فى المستقبل ؛ لأن العمال المسرّحين يفضلون العمل فى شركات أخرى ؛ لهذا فإن كلف زيادة أو خفض قوة العمل تكون دالات خطية بالعلاقة مع عدد العمال المستخدمين و المسرّحين ، مع ملاحظة أن كلفة الاستخدام يمثلها خط ذو ميل أكبر إلى الأعلى من ميل كلفة التسريح والشكل رقم (٧-٦) أ) يوضح ذلك .

### الشكل رقم (٧-٦) : كلف تغيير قوة العمل والمخزون

أ - كلف تغيير حجم القوى العاملة      ب- كلف الاحتفاظ والنقص فى المخزون





(ب) **كف الاحتفاظ** : تظهر نتيجة الاحتفاظ بالمخزون ، وتكون ذات علاقة خطية مع حجم المخزون .

(ج) **كف النقص أو كف النفاذ** : ففي حالات معينة يكون مقبولاً ظهور كلفة النقص أو النفاذ التي تمثل المستوى السالب للمخزون (حالة تجاوز الطلب للسعة في المصنع) . إن التخطيط الإجمالي يفترض عمومًا أن الطلب الزائد لا ينحرف في نفس فترة الطلب ، ويلبى في الفترة القادمة ، وفي حالة المنافسة يكون من المحتمل أن تتحول الطلبية المؤجلة إلى مبيعات ضائعة ، والشكل رقم (٧-٦ ب) يوضح أن كلفة الاحتفاظ تكون ذات علاقة خطية مع حجم المخزون ، وأن كلفة النقص أو النفاذ تكون أيضاً ذات علاقة خطية مع الطلبيات المؤجلة أو غير المنجزة .

إن هذه الكلف توضح أن التخطيط الإجمالي لابد أن يقارب ما بين الخطط البديلة لاختيار الخطة ذات الكلفة الأدنى والمثال (٧-٣) يوضح هذه المقارنة .

#### مثال (٧-٣) :

يقوم مدير العمليات في أحد المصانع بإعداد خطة إجمالية للإيفاء بالطلب المتوقع في الفترات الثماني القادمة :

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	المجموع
الطلب (وحدة)	١٢٠	١٤٠	١٩٠	٢٥٠	٣٠٠	١٠٠	٣٢٠	١٨٠	١٦٠٠

وقد توفرت عن المصنع البيانات الآتية :

كلفة الوقت النظامي = ٥ دينار / وحدة .

كلفة الوقت الإضافي = ٧ دينار / وحدة .

كلفة التعاقد الثانوي = ٩ دينار / وحدة .

كلفة الطلبيات غير المنجزة = ١٠ دينار / وحدة .

كلفة الاحتفاظ بالمخزون = ٢ دينار / وحدة / فترة .

وكان معدل المخرجات في الوقت النظامي ثابتاً ومقداره (١٥٠) وحدة في الفترة ، كما أن المصنع لا يحتفظ بالمخزون في بداية الفترة الأولى ونهاية الفترة الثامنة ، وفي حين يستخدم المخزون لمواجهة التذبذب في الطلب خلال الفترات .

المطلوب : إعداد خطط الإنتاج الإجمالية الآتية :

١- استخدام أسلوب الاستخدام والتسريع إذا كانت كلفة الاستخدام (١٠) دينار / وحدة وكلفة التسريع (٦) دينار وحدة .

٢- استخدام التعاقد الثانوي من أجل الإيفاء بالطلب في الفترات .

٣- استخدام الطلبيات غير المنجزة بأية كمية .

٤- استخدام الوقت الإضافي إذا كان المسموح منه (١٠٠) وحدة والطبقات غير المنجزة مسموحة بأية كمية .

٥- استخدام جميع العوامل السابقة في إعداد الخطة الإجمالية ، مع إجراء المقارنة بالكلف بين الخطط .

### الخطة المجردة (١) / الاستخدام والتسريع

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	المجموع
الطلب (وحدة)	١٢٠	١٤٠	١٩٠	٢٥٠	٣٠٠	١٠٠	٣٢٠	١٨٠	١٦٠٠
- المخرجات									
الوقت النظامي	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٢٠٠
الاستخدام	-	-	-	١٠٠	١٥٠	-	١٢٠	٣٠	٤٠٠
التسريع	-	-	-	-	-	١٥٠	-	٩٠	٢٤٠
المخزون									
البداية	-	٣٠	٤٠	-	-	-	٥٠	-	١٢٠
النهاية	٣٠	٤٠	-	-	-	٥٠	-	-	١٢٠
المتوسط	١٥	٣٥	٢٠	-	-	٢٥	٢٥	-	١٢٠
- الكلفة									
الوقت النظامي	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٦٠٠٠
الاستخدام	-	-	-	١٠٠٠	١٥٠٠	-	١٢٠٠	٣٠٠	٤٠٠٠
التسريع	-	-	-	-	-	٩٠٠	-	٥٤٠	١٤٤٠
المخزون	٣٠	٧٠	٤٠	-	-	٥٠	٥٠	-	٢٤٠
المجموع	٧٨٠	٨٢٠	٧٩٠	١٧٥٠	٢٢٥٠	١٧٠٠	٢٠٠٠	١٥٩٠	١١٦٨٠

يلاحظ من الخطة المجردة الأولى : خطة الاستخدام والتسريح ما يلي :

١ - أن مخرجات الوقت النظامي كانت ثابتة ومقدارها (١٥٠) وحدة . ولأن الشركة لا تحتفظ بمخزون البداية في الفترة الأولى ؛ لهذا لا يظهر المخزون في بداية تلك الفترة ، ولأن الطلب في الفترة الأولى هو (١٢٠) وحدة ، أى أنه أقل من مخرجات الوقت النظامي ؛ لهذا لا توجد حاجة إلى استخدام عمال جدد ، وبالتالي لا حاجة إلى تسريحهم . أما مخزون النهاية في الفترة الأولى ؛ فيتم حسابه وفق المعادلة الآتية :

مخزون النهاية = (مخرجات الوقت النظامي في الفترة الأولى + مخزون البداية) -  
الطلب في الفترة الأولى = (١٥٠ + صفر) - ١٢٠ = ٣٠ وحدة

$$\text{متوسط المخزون} = \frac{\text{مخزون بداية الفترة} + \text{مخزون نهاية الفترة}}{2} = \frac{30}{2} = 15$$

٢ - في الفترة الثانية مخرجات الوقت النظامي (١٥٠) . مخزون بداية الفترة الثانية هو نفسه مخزون نهاية الفترة الأولى ويساوى (٣٠) ، وحيث إن حجم المخرجات مع مخزون بداية الفترة الثانية (١٥٠ + ٣٠ = ١٨٠ وحدة) هو أكبر من الطلب في الفترة الثانية (١٤٠) وحدة ؛ لهذا لا توجد هناك حاجة إلى الاستخدام وبالتالي إلى التسريح ، ويكون مخزون النهاية الفترة الثانية :

مخزون نهاية الفترة الثانية = (١٥٠ + ٣٠) - ١٤٠ = ٤٠ وحدة .

$$\text{متوسط المخزون} = \frac{30 + 40}{2} = 35$$

٣ - في الفترة الثالثة مخرجات الوقت النظامي (١٥٠) وحدة . مخزون بداية الفترة الثالثة هو نفسه مخزون نهاية الفترة الثانية ويساوى (٤٠) وحدة ، وحيث إن مخرجات الوقت النظامي و مخزون بداية الفترة الثالثة (١٥٠ + ٤٠ = ١٩٠ وحدة) مساوٍ للطلب في الفترة الثالث ؛ لهذا لا توجد حاجة إلى الاستخدام وبالتالي إلى التسريح .

مخزون نهاية الفترة الثالثة = (١٥٠ + ٤٠) - ١٩٠ = صفر

٤ - في الفترة الرابعة مخرجات الوقت النظامي (١٥٠) وحدة . ولا يوجد مخزون بداية الفترة . والطلب في الفترة الرابعة (٢٥٠) وحدة ، ولأن الطلب أكبر من الإنتاج أو من مخرجات الوقت النظامي ؛ لهذا يتم اللجوء إلى الاستخدام بمقدار الفرق بين الاثنين ، حيث :

الاستخدام (وحدة) = الطلب - الإنتاج (مخرجات الوقت النظامي)

$$= 250 - 150 = 100 \text{ وحدة .}$$

٥ - في الفترة الخامسة مخرجات الوقت النظامي (١٥٠) وحدة أكبر من الطلب (١٠٠) وحدة ؛ لهذا لا توجد حاجة إلى استمرار الاستخدام بمقدار (١٠٠) وحدة ؛ لهذا تحول إلى التسريع . ولا يوجد مخزون بداية الفترة ، ويكون مخزون نهاية الفترة هو (٥٠) وحدة . ومن ثم يتكرر هذا المنطق في إعداد الخطط الأخرى .

٦ - فيما يتعلق بالكلفة فيتم احتساب كلفة كل عامل من العوامل المستخدمة بضرب تكلفة الوحدة بعدد الوحدات التي ظهرت في المخرجات وهي كالاتي :

$$\text{كلفة مخرجات الوقت النظامي في الفترة} = 150 \times 5 = 750 \text{ ديناراً .}$$

$$\text{كلفة الاستخدام في الفترة الرابعة} = 100 \times 10 = 1000 \text{ دينار .}$$

$$\text{مجموع كلفة الاستخدام في جميع الفترات} = 400 \times 10 = 4000 \text{ دينار .}$$

$$\text{كلفة التسريع في الفترة السادسة} = 100 \times 6 = 600 \text{ دينار .}$$

$$\text{مجموع كلفة التسريع في جميع الفترات} = 240 \times 6 = 1440 \text{ ديناراً .}$$

$$\text{كلفة الاحتفاظ بالمخزون للفترة الأولى} = 15 \times 2 = 30 \text{ ديناراً .}$$

$$\text{مجموع كلفة الاحتفاظ بالمخزون في جميع الفترات} = 120 \times 2 = 240 \text{ ديناراً .}$$

$$\text{الكلفة الكلية للخطة المجردة رقم (١)} = 11680 \text{ ديناراً .}$$

## الخطة المجردة (٢) / التعاقد الثانوي

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	المجموع
الطلب	١٢٠	١٤٠	١٩٠	٢٥٠	٣٠٠	١٠٠	٣٢٠	١٨٠	١٦٠٠
- المخرجات									
الوقت النظامي	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٢٠٠
التعاقد الثانوي	-	-	-	١٠٠	١٥٠	-	١٢٠	٣٠	٤٠٠
- المخزون									
البداية	-	٣٠	٤٠	-	-	-	٥٠	-	١٢٠
النهاية	٣٠	٤٠	-	-	-	٥٠	-	-	١٢٠
المتوسط	١٥	٣٥	٢٠	-	-	٢٥	٢٥	-	١٢٠
- الكلفة									
الوقت النظامي	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٦٠٠٠
التعاقد الثانوي	-	-	-	٩٠٠	١٣٥٠	-	١٠٨٠	٢٧٠	٣٦٠٠٠
المخزون	٣٠	٧٠	٤٠	-	-	٥٠	٥٠	-	٢٤٠
المجموع	٧٨٠	٨٢٠	٧٩٠	١٦٥٠	٢١٠٠	٨٠٠	١٨٨٠	١٠٢٠	٩٨٤٠

## الخطة المجردة (٣) / الطلبات غير المنجزة

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	المجموع
الطلب	١٢٠	١٤٠	١٩٠	٢٥٠	٣٠٠	١٠٠	٣٢٠	١٧٠	١٦٠٠
- المخرجات									
الوقت النظامي	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٢٠٠
الطلبات غير المنجزة	-	-	-	١٠٠	٢٥٠	٢٠٠	٣٧٠	٤٠٠	١٣٢٠
- المخزون									
البداية	-	٣٠	٤٠	-	-	-	-	-	٧٠
النهاية	٣٠	٤٠	-	-	-	-	-	-	٧٠
المتوسط	١٥	٣٥	٢٠	-	-	-	-	-	٧٠
- الكلفة									
الوقت النظامي	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٦٠٠٠
الطلبات غير المنجزة	-	-	-	١٠٠٠	٢٥٠٠	٢٠٠٠	٣٧٠٠	٤٠٠٠	١٣٢٠٠
المخزون	٣٠	٧٠	٤٠	-	-	-	-	-	١٤٠
المجموع	٧٨٠	٨٢٠	٧٩٠	١٧٥٠	٣٢٥٠	٢٧٥٠	٤٤٥٠	٤٧٥٠	١٩٣٤٠

## الخطة المزيجية (٤) / الوقت الإضافي والطلبات غير المنجزة

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	المجموع
الطلب	١٢٠	١٤٠	١٩٠	٢٥٠	٣٠٠	١٠٠	٣٢٠	١٧٠	١٦٠٠
- المخرجات									
الوقت النظامي	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٢٠٠
الوقت الإضافي	-	-	-	١٠٠	١٠٠	-	١٠٠	١٠٠	٤٠٠
الطلبات غير المنجزة	-	-	-	-	٥٠	-	٧٠	-	١٢٠
- المخزون									
البداية	-	٣٠	٤٠	-	-	-	-	-	٧٠
النهاية	٣٠	٤٠	-	-	-	-	-	-	٧٠
المتوسط	١٥	٣٥	٢٠	-	-	-	-	-	٧٠
- الكلفة									
الوقت النظامي	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٦٠٠٠
الوقت الإضافي	-	-	-	٧٠٠	٧٠٠	-	٧٠٠	٧٠٠	٢٨٠٠
الطلبات غير المنجزة	-	-	-	-	٥٠٠	-	٧٠٠	-	١٢٠٠
المخزون	٣٠	٧٠	٤٠	-	-	-	-	-	١٤٠
المجموع	٧٨٠	٨٢٠	٧٩٠	١٧٥٠	١٩٥٠	٧٥٠	٢١٥٠	١٤٥٠	١٠١٤٠

يلاحظ من الخطة المزيجية (٤) :

١ - أن الطلب كان (١٢٠) وحدة ، في حين أن الإنتاج كان (١٥٠) وحدة ؛ مما يعني أن الإنتاج في الوقت النظامي أكبر من الطلب ؛ لهذا فليس هناك حاجة لاستخدام الوقت الإضافي ؛ ولأن المصنع لا يحتفظ بالمخزون في بداية الفترة الأولى ؛ لهذا لا يظهر مخزون البداية في الفترة الأولى ، وإنما يظهر مخزون نهاية الفترة الأولى بمقدار الفرق بين الإنتاج (١٥٠) والطلب (١٢٠) أي (٣٠) وحدة . ويكون متوسط المخزون في هذه الفترة هو (مخزون البداية + مخزون النهاية \ ٢) ، أي (صفر + ٣٠ \ ٢ = ١٥) .

٢ - إن مخزون النهاية في الفترة الأولى يصبح مخزون البداية في الفترة الثانية ، ولأن الإنتاج في الوقت النظامي في هذه الفترة أكبر من الطلب أيضاً ؛ فلا حاجة

لاستخدام الوقت الإضافي . وحيث إن الإنتاج (١٥٠) والطلب (١٤٠) ؛ فإن مخزون النهاية في الفترة الثانية يزداد بمقدار الفرق بين الإنتاج والطلب فيصبح (٤٠) .

٣ - في الفترة الثالثة يكون لدى المصنع مخزون البداية بمقدار (٤٠) وحدة ، ولأن الطلب (١٩٠) هو أكبر من الإنتاج في الوقت النظامي (١٥٠) وحدة ؛ لهذا يستخدم مخزون البداية بمقدار الفرق بين الطلب والإنتاج أي (٤٠) وحدة ؛ مما يستنفد كل المخزون ؛ لهذا يكون مخزون النهاية (صفر) في هذه الفترة .

٤ - أما في الفترة الرابعة فلا يكون هناك مخزون بداية ، ولأن الطلب (٢٥٠) أكبر من الإنتاج في الوقت النظامي (١٥٠) ؛ لهذا يتم اللجوء إلى الوقت الإضافي بمقدار الفرق (١٠٠) وحدة ، وهكذا في بقية الفترات .

#### الخطوة المزيجية (٥) / استخدام العوامل المختلفة

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	المجموع
الطلب	١٢٠	١٤٠	١٩٠	٢٥٠	٣٠٠	١٠٠	٣٢٠	١٨٠	١٦٠٠
- المخرجات									
الوقت النظامي	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٢٠٠
الوقت الإضافي	-	-	-	١٠٠	١٠٠	-	١٠٠	٣٠	٣٣٠
التعاقد الثانوي	-	-	-	-	٥٠	-	٢٠	-	٧٠
الاستخدام	-	-	-	-	-	-	-	-	-
التسريح	-	-	-	-	-	-	-	-	-
الطلبات غير المنجزة	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- المخزون									
البداية	-	٣٠	٤٠	-	-	-	٥٠	-	١٢٠
النهاية	٣٠	٤٠	-	-	-	٥٠	-	-	١٢٠
المتوسط	١٥	٣٥	٢٠	-	-	٢٥	٢٥	-	١٢٠
- الكلفة									
الوقت النظامي	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٦٠٠٠
الوقت الإضافي	-	-	-	٧٠٠	٧٠٠	-	٧٠٠	٣٥٠	٢٤٥٠
التعاقد الثانوي	-	-	-	-	٤٥٠	-	١٨٠	-	٦٣٠
المخزون	٣٠	٧٠	٤٠	-	-	٥٠	٥٠	-	٢٤٠
المجموع	٧٨٠	٨٢٠	٧٩٠	١٤٥٠	١٩٠٠	٨٠٠	١٦٨٠	١١٠٠	٩٣٢٠

يلاحظ من دراسة الخطة (٤) والخطة (٥) ما يأتي :

١- أن الخطة (٤) استخدمت الوقت الإضافي بمقدار (٤٠٠) وحدة في أربع فترات ، والطلبات غير المنجزة بمقدار (١٢٠) وحدة في فترتين ، في الفترة الخامسة (٥٠) وحدة والفترة السابعة (٧٠) وحدة . ولأن الطلبات غير المنجزة هي طلبات مؤجلة من فترة إلى فترة لاحقة : فقد أثرت الطلبات غير المنجزة بمقدار (٥٠) وحدة في الفترة الخامسة على زيادة طلب الفترة السادسة : مما امتص جميع الإنتاج في الوقت النظامي ، بينما في الخطة (٥) فإن استخدام التعاقد الثانوي في الفترة الخامسة بمقدار (٥٠) وحدة في الفترة السادسة : أدى في الفترة السابعة إلى خفض التعاقد الثانوي إلى (٢٠) وحدة .

٢- إن هذه المتغيرات أدت إلى خفض الكلفة : مما جعل الخطة (٥) هي الأدنى في الكلفة .

٣- يلاحظ من الخطة (٥) أن هناك خطأً بديلة أخرى يمكن أن تحقق كلفة أدنى من الخطط الأربع الأولى ، إلا أنها تظل ذات كلفة أعلى من الخطة (٥) . والجدول أدناه يلخص نتائج هذه الخطط :

الخطط					
(٥) جميع العوامل	(٤) الوقت الإضافي / الطلبات غير المنجزة	(٣) الطلبات غير المنجزة	(٢) التعاقد الثانوي	(١) الاستخدام والتسريع	
٦٠٠٠	٦٠٠٠	٦٠٠٠	٦٠٠٠	٦٠٠٠	الوقت النظامي
٢٤٥٠	٢٨٠٠	١٢٢٠٠	-	-	الوقت الإضافي
٦٣٠	-	-	٣٦٠٠	-	التعاقد الثانوي
-	-	-	-	٥٤٤٠	الاستخدام والتسريع
-	١٢٠٠	-	-	-	طلبات غير منجزة
٢٤٠	١٤٠	١٤٠	٢٤٠	٢٤٠	المخزون
٩٣٢٠	١٠١٤٠	١٩٣٤٠	٩٨٤٠	١١٦٨٠	المجموع



### ثالثاً : الطرق الرياضية

هذه الطرق تعمل على تطوير نماذج تساعد فى التوصل إلى خطة الإنتاج المثلى فى أغلب الأحيان ، وقد تم فى العقود الماضية تطوير عدد من الطرق الكمية الرياضية القابلة للاستخدام والتطبيق فى التخطيط الإجمالى ، ومن هذه الطرق ما يأتى :

#### أ - قواعد القرار الخطى

نموذج رياضى يتكون من مجموعة من المعادلات لاحتساب قوة العمل المثلى ومعدل المخرجات وحجم المخزون الأمثل لكل فترة زمنية ضمن أفق التخطيط . ومن مزايا هذه الطريقة أنها من طرق الأمثلية التى تساعد على التوصل إلى الخطة الإجمالية المثلى ؛ مما يجعلها تقتصد بحسابات الطريقة التجريبية ، كما يمكن استخدامها فى علاقات الكلفة غير الخطية .

أما عيوبها فتتمثل فى أن هذه المعادلات يجب أن تحسب لكل شركة حسب تركيبة الكلف فيها ، وبالتالي فإنها تتطلب الدراسة المتأنية للشركة والتحليل الرياضى الواسع للبيانات ذات العلاقة بالتخطيط الإجمالى ؛ من أجل التوصل إلى المعادلات التى تلائم الشركة ، كما أنه عند تغير الكلف كما هو الحال عند زيادة الأجور فيجب القيام باشتقاق جديد لهذه المعادلات .

#### ب- نموذج معاملات الإدارة

نموذج رياضى يتكون من مجموعة من المعادلات التى تمثل الأنماط التاريخية لقرارات التخطيط الإجمالى فى الشركة ؛ لهذا فإن هذه الطريقة تتطلب وجود بيانات تاريخية عن قوة العمل الماضية والإنتاج والمخزون . ويتم تحليل هذه البيانات باستخدام أساليب الانحدار المتعدد لإيجاد معادلات الانحدار التى تلائم بشكل أفضل البيانات التاريخية للشركة ، ومن ثم استخدام هذه المعادلات لاتخاذ القرارات المستقبلية المتعلقة بالتخطيط الإجمالى بنفس طريقة قواعد القرار الخطى .

ومزايا هذا النموذج هو أنه سهل الإعداد إذا كانت هناك بيانات تاريخية كافية ، ويحقق تحسناً كبيراً فى قرارات الشركة القائمة على أساس بدهى ؛ لهذا فإنه

يستخدم لخفض الكلف . أما عيوبه فإن هذا النموذج لا يمكن استخدامه بشكل جيد بدون بيانات تاريخية كافية ، كما أنه يتطلب التحليل المتأنى لهذه البيانات ، ويجب أن يطبق بعناية فائقة ، وهو لا يعطى الخطة الإجمالية المثلى ، وإنما الخطة الأقرب لذلك .

### ج - طريقة الاستقصاء بالحاسبة

هى تمثل مجموعة من التوجيهات التى ترشد بشكل منظم الحاسبة فى تقييم الخطط الإجمالية والبديلة والتوصل إلى الخطة الأفضل أو الأمثل : حيث تقوم الحاسبة بتجريب التوافقيات بين مستويات القوى العاملة ومعدلات المخرجات فى كل فترة ضمن أفق التخطيط . ومع أن الحاسبة تجرب وتستكشف التوافقيات الممكنة لهذه المتغيرات : فإنها لا تقوم بذلك عشوائياً : حيث إن بعض القواعد يتم بناؤها وتطويرها خلال الاستقصاء لترشد بطريقة منظمة فى عملية التوصل إلى الخطة البديلة الأفضل ، وإن الاستقصاء يستمر حتى لا تعود هناك تحسينات لاحقة أو حتى ينقضى الوقت المخصص للاستقصاء . وتعتبر هذه الطريقة مرنة فى البحث عن الخطة المثلى ، أو ما هو قريب منها . كما أن الأنماط المختلفة من الكلف والقيود التشغيلية يمكن أن تدمج فى الطريقة : مما يساعد على القيام بمبادلات الكلفة والدقة : مما يجعل هذه الطريقة جذابة جداً فى التخطيط الإجمالى .

إن من عيوب هذه الطريقة أنها تتطلب بيانات كثيرة عن الكلف والقيود التشغيلية ، وهى لا تعطى بالضرورة الخطة المثلى : فالحاسبة تستكشف عدداً كبيراً من الخطط إلا أنها لا تختبر جميع الخطط الممكنة .

### د - طريقة النقل للبرمجة الخطية

هذه الطريقة طورها (إدورد بومان E.H.Bowman) فى بحثه المنشور فى مجلة "بحوث العمليات" عام ١٩٥٦م تحت عنوان "تخطيط الإنتاج باستخدام طريقة النقل للبرمجة الخطية" : حيث أوضح إمكانية استخدام جدول مشكلة النقل وعملية تخصيص السعة (سعة الوقت النظامى ومتغيرات القرار) للإيفاء بالطلب ، والمثال (٧-٤) يوضح استخدام هذه الطريقة فى التخطيط الإجمالى .

وبعد ، فلابد من الإشارة إلى أن جميع الطرق الرياضية تعمل على مدخل أعلى - أسفل في التخطيط الإجمالي ؛ لهذا يكون من الصعب رياضياً التعبير عن جميع المبادلات التي يمكن أن تتم بين متغيرات القرار في مدخل أسفل - أعلى ، وهذا ما تحققه الطريقة التجريبية التي تتسم بمرونة أكبر في هذا المجال .

مثال (٧-٤) :

شركة لصناعة المضخات توفرت لديها البيانات الآتية حول الإنتاج والطلب والكلف في أحد مصانعها :

البيانات	أذار	نيسان	أيار
الطلب	٨٠٠	١٠٠٠	٧٥٠
- المخرجات			
الوقت النظامي	٧٠٠	٧٠٠	٧٠٠
الوقت الإضافي	٥٠	٥٠	٥٠
التعاقد الثانوي	١٥٠	١٥٠	١٥٠
مخزون البداية	١٠٠		

- الكلف :

الوقت النظامي = ٤٠ دينار / وحدة (المضخة) .

الوقت الإضافي = ٥٠ دينار / وحدة .

التعاقد الثانوي = ٧٠ دينار / وحدة .

كلفة الاحتفاظ = ٢ دينار / وحدة / شهر .

المطلوب : بناء نموذج مشكلة النقل وإيجاد الحل الأمثل لها .

الحل :

١ - إعداد جدول النقل للمشكلة .

٢ - يمكن أن نلاحظ من جدول النقل ما يأتي :

أ - إن كلفة الاحتفاظ (٢) دينار / وحدة / شهر ؛ لهذا فإن المصحات التي في مخزون البداية عندما تستخدم في آذار تكون كلفة الاحتفاظ بالوحدة (صفرًا) كما مبين في المربع الصغير ، وإذا تم الاحتفاظ بها لشهر واحد تكون كلفة الاحتفاظ (٢) دينار / وحدة في نيسان و (٤) دينار / وحدة في أيار أي الاحتفاظ لشهرين .

ب- إن طريقة النقل تتطلب أن تكون السعة (أو العرض) مساوياً للطلب ؛ لهذا يستخدم عمود وهمي يدعى السعة غير المستغلة وذات كلفة صغيرة . ويلاحظ أن التعاقد الثانوي (السعة الخارجية) يتوفر منه (١٥٠) وحدة في كل شهر استغل منه (٥٠) وحدة في نيسان ، فكانت السعة غير المستغلة هي السعة المتبقية من التعاقد الثانوي (١٠٠) وحدة ، وفي أيار كانت (١٥٠) وحدة .

ج- إن الكمية التي تنتج في شهر ويحتفظ بها للفترة التالية تزداد كلفة وحدتها بمقدار دينارين ، وهي كلفة الاحتفاظ بالوحدة / شهر ؛ لهذا نجد أن كلفة الوحدة / الوقت النظامي في آذار (٤٠) ديناراً ، وكلفتها عند الاحتفاظ بها إلى نيسان (٤٢) ديناراً وإلى أيار (٤٤) ديناراً .

د - إن الشهر الذي فيه العرض يلبي الطلب فإن خلايا الأشهر الأخرى (كما في الأشهر (٢) و (٣) بالنسبة لخلايا شهر آذار) تلغى لعدم الحاجة لها .

هـ - إذا كانت هناك فرصة بديلة للسعة غير المستغلة ؛ فإنها تستخدم كلفة للسعة غير المستغلة بدلاً من الصفر ؛ لتؤشر إلى إمكانية استخدام السعة العاطلة غير المستغلة .

و - في هذا المثال ، فإن نفاذ المخزون غير مسموح ؛ لهذا فإن الطلب يوفر من السعة المتاحة للفترة أو الفترات الأخرى مع تحمل كلفة الاحتفاظ .

الساعة المتاحة	الساعة غير المستغلة	الأشهر				الشهر
		أيار (٣)	نيسان (٢)	أذار (١)		
١٠٠	صفر	٤	٢	صفر	١٠٠	مخزون البداية
٧٠٠	صفر	٤٤	٤٢	٤٠	٧٠٠	الوقت النظامي
٥٠	صفر	٥٤	٥٢	٥٠	٥٠	الوقت الإضافي
١٥٠	صفر	٧٤	٧٢	٧٠	١٥٠	التعاقد الثانوي
٧٠٠	صفر	٤٢	٤٠	٧٠٠	٧٠٠	الوقت النظامي
٥٠	صفر	٥٢	٥٠	٥٠	٥٠	الوقت الإضافي
١٥٠	١٠٠	٧٢	٧٠	٥٠	١٥٠	التعاقد الثانوي
٧٠٠	صفر	٤٠	٧٠٠	٧٠٠	٧٠٠	الوقت النظامي
٥٠	صفر	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	الوقت الإضافي
١٥٠	١٥٠	٧٠	٧٠٠	٧٠٠	١٥٠	التعاقد الثانوي
٢٨٠٠	٢٥٠	٧٥٠	١٠٠٠	٨٠٠	٢٨٠٠	الطلب

ويمكن تحديد خطة الإنتاج المثلى فى هذا المثال كالاتى (لقد شرحنا جانباً من منطق الطريقة دون التوسع فى طريقة الحل بالتفصيل) .

الشهر	كلفة مخزون البداية	كلفة الإنتاج فى الوقت النظامي	كلفة الإنتاج فى الوقت الإضافي	كلفة التعاقد الثانوي	الكلفة الكلية
١	$٤٠٠ = ٤٠ \times ١٠٠$	$٢٨٠٠ = ٤٠ \times ٧٠٠$	$٢٥٠٠ = ٥٠ \times ٥٠$	$١٠٥٠٠ = ٧٠ \times ١٥٠$	٤٥٠٠٠
٢	-	$٢٨٠٠ = ٤٠ \times ٧٠٠$	$٢٥٠٠ = ٥٠ \times ٥٠$	$٢٥٠٠ = ٧٠ \times ٥٠$	٣٤٠٠٠
٣	-	$٢٨٠٠ = ٤٠ \times ٧٠٠$	$٢٥٠٠ = ٥٠ \times ٥٠$	-	٣٠٥٠٠
المجموع	٤٠٠	٨٤٠٠	٧٥٠٠	١٤٠٠	١٠٩٥٠٠

ومن الواضح من هذا المثال أن زيادة المتغيرات المستخدمة سيؤدي إلى زيادة التعقيد والصعوبة في الحسابات ؛ مما يستلزم استخدام الحاسبة ؛ من أجل القيام بالحسابات المطولة والمرهقة وضبط استخدام المتغيرات والمبادلات الضرورية بينها .

## ٧ - ٨ - استخدام التخطيط الإجمالي في الخدمات :

من الممكن استخدام التخطيط الإجمالي في الشركات الخدمية التي تقدم خدمات حسب الطلب ، فعند زيادة الطلب على هذه الخدمات ؛ يمكن استخدام متغيرات القرار المستخدمة في التخطيط الإجمالي في مجال الإنتاج الصناعي لمواجهة هذه الزيادة كما هو الحال في استخدام عمال إضافيين ، وقت إضافي ، تعاقد ثانوى ... إلخ ، وتقليص ذلك في فترة انخفاض الطلب ، مع ملاحظة أن الخدمة لا تخزن ؛ لهذا فإن عامل الخزن لا يستخدم في التخطيط الإجمالي للخدمات .

إن خدمات نصب الهواتف مثلاً قد يتطلب في فترات ذروة الطلب في موسم السياحة استخدام عمال إضافيين يتم تسريحهم بعد انتهاء الموسم ، أو استخدام العمال الحاليين بوقت إضافي ، أو اللجوء إلى متعاقد ثانوى للقيام بهذه الخدمات في بعض المناطق ، وقد يتم تقديم مع نصب الهواتف خدمات أخرى مثل نصب المقسمات (البدايات) في الشركات ، ومحطات الهاتف الطرفية الجديدة ومد خطوطها وغير ذلك مما يشكل مجموعة الخدمة التي تكوّن بمجموعها الطلب الإجمالي والإيفاء بها من خلال الخدمة الإجمالية التي تحدد بأحد المدخلين : مدخل أعلى - أسفل أو أسفل - أعلى . والمثال (٧-٥) يوضح استخدام التخطيط الإجمالي في إدارة خدمات الطرق في إحدى المدن .

### مثال (٧-٥) :

تقوم إدارة الطرق في أحد الأقاليم بالمهام الآتية ، أولاً : صيانة الشوارع والطرق وأنظمة التصريف فيها ، ثانياً : إنشاء الطرق الجديدة ، وثالثاً : إجراء التحويلات والتعديلات في الشوارع والطرق ، وكانت إدارة الطرق تستخدم مزيجاً ملائماً من العمال والمعدات والموردين (للحصى والأسفلت والأسمنت) والمقاولين الثانويين (التعاقد الثانوى) من أجل تأمين الخدمات المطلوبة .

كما تستخدم الإدارة وحدة مشتركة في القياس كيلو متر - خدمة طريق ، وإن عدد العمال النظاميين (٤٠٠) عامل ، وإن متوسط خدمة العمال (٢٠٠٠ كم / خدمة طريق / شهر) ، وهذا المتوسط يستخدم لتقدير الإنتاجية المتوقعة : ٥ كم / عامل / شهر ، أو ٠,٢٤ كم / عامل / يوم . وكانت الموارد المتاحة للإيفاء بالطلب الزائد هي :

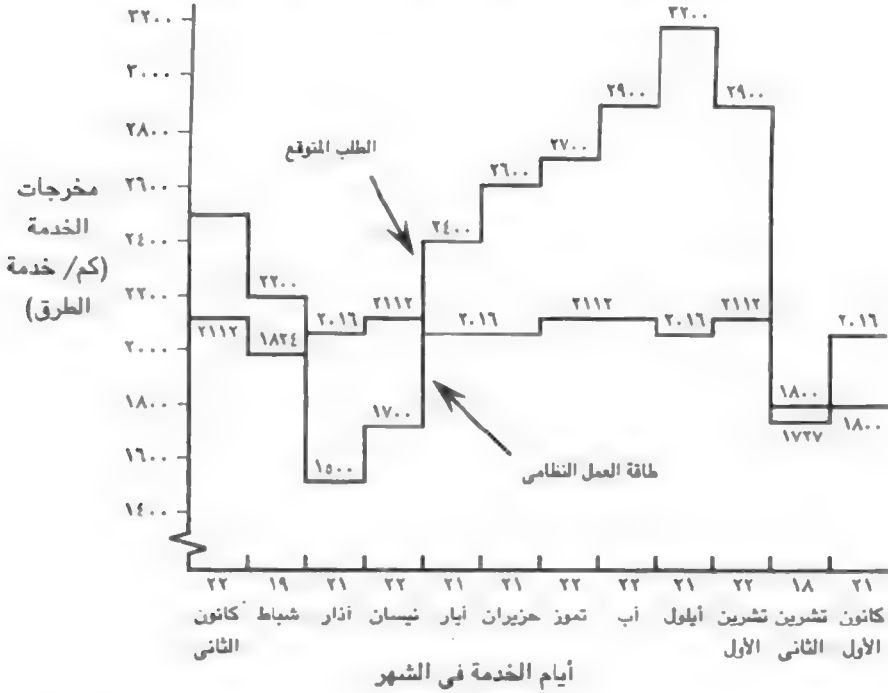
١- قوة العمل النظامي مع إمكانية استخدامها في وقت إضافي ، وعلاوة الوقت الإضافي (٥٠٪) من الأجر الشهري للعمل النظامي البالغ (١٥٠) ديناراً .

٢- إن التعاقد الثانوي يوفر خدمات طريق بكلفة متوسطة ٤٠ دينار / كم ، وإن التعاقد على هذه الخدمات يجب أن يرتب قبل أشهر .

٣- إن الحد الأقصى المتاح من العمل الإضافي هو (١٠٠) عامل ابتداءً من شهر أيار حتى أيلول بأجر (١٢٠) ديناراً ، وإن كلفة الاستخدام والتسريع بالمتوسط (١٠٠) دينار / عامل إضافي .

كانت إدارة الطرق تعطي لتحويلات وتعديلات الطرق الأسبقية الأولى وبناء الطرق الجديدة الأسبقية الثانية لوجود مقاولين ثانويين متعاونين مع الإدارة ، وصيانة الطرق له الأسبقية الثالثة وتستخدمه الإدارة لامتناس التغييرات في الطلب الكلي . كما أن الإدارة تسعى إلى العمل وفق الطلب المتوقع وبعد جمع البيانات أعدت الشكل الآتي عن الطلب على الخدمات الإجمالية والسعة المتاحة بالعمل النظامي .

## السعة والطلب على خدمات الطرق على أساس شهري



المطلوب : إعداد خطط بديلة للملائمة السعة للطلب مع مراعاة تحقيق الكلفة الأدنى وتقديم خدمة فعالة للجمهور من خلال أقل كمية من الأعمال غير المنجزة .

الحل :

باستخدام الطريقة التجريبية في التخطيط الإجمالي نفرض أن الخطة الأولى تقوم على زيادة قوة العمل من (٤٠٠) عامل إلى (٤٨٠) عاملاً بوقت كامل ، وهذا المتغير يزيد السعة المتاحة من (٩٦) كم / خدمة طريق / يوم (٠,٢٤ x ٤٠٠ عامل) إلى (١١٥,٢) كم / خدمة طريق / يوم (٠,٢٤ x ٤٨٠ عاملاً) بدون استخدام التعاقد الثانوي . والجدول الآتي يوضح هذه الخطة ، ويظهر أن السعة تكون في حالة نقص



استخدام بدرجة كبيرة في شهرى أذار ونيسان . وأن الاعمال غير المنجزة في الأشهر من حزيران إلى تشرين الأول تكون أكبر منها في بقية الأشهر ، وأن مجموعة الأعمال غير المنجزة من الخدمات هو (٩٦٧) كم ؛ يمكن معالجتها بالتعاقد الثانوى خلال الأشهر من حزيران حتى تشرين الأول، أو باستخدام العمل الإضافي لجزء من السنة .

### الخطه الأولى : استخدام (٨٠) عاملاً إضافياً مع التعاقد الثانوى

الأشهر	الطلب (كم)			السعة (كم)	الأعمال غير المنجزة (-) السعة غير المستغلة (+) بدون تعاقد ثانوى	الأعمال غير المنجزة المتراكمة (-) (كم)
	صيانة الطرق (كم)	إنشاء الطرق الجديدة والتحويلات	المجموع			
كانون الثانى	٨٥٠	١٦٥٠	٢٥٠٠	٢٥٣٤	٢٤ +	صفر
شباط	٨٧٠	١٣٣٠	٢٢٠٠	٢١٨٩	١١ -	١١ -
أذار	١٠٠٠	٥٠٠	١٥٠٠	٢٤١٩	٩١٩ +	صفر
نيسان	١٢٠٠	٥٠٠	١٧٠٠	٢٥٣٤	٨٣٤ +	صفر
أيار	١٣٠٠	١١٠٠	٢٤٠٠	٢٤١٩	١٩ +	صفر
حزيران	١٣٥٠	١٢٥٠	٢٦٠٠	٢٤١٩	١٨١ -	١٨١ -
تموز	١٣٥٠	١٣٥٠	٢٧٠٠	٢٥٣٤	١٦٦ -	٢٤٧ -
أب	١٣٥٠	١٥٥٠	٢٩٠٠	٢٥٣٤	٣٦٦ -	٧١٣ -
أيلول	١٣٠٠	١٩٠٠	٣٢٠٠	٢٤١٩	٧٨١ -	١٤٩٤ -
تشرين الأول	١١٥٠	١٧٥٠	٢٩٠٠	٢٥٣٤	٣٦٦ -	١٨٦٠ -
تشرين الثانى	٨٠٠	١٠٠٠	١٨٠٠	٢٠٧٤	٢٧٤ +	١٥٨٦ -
كانون الأول	٦٠٠	١٢٠٠	١٨٠٠	٢٤١٩	٦١٩ +	٩٦٧ -

السعة المتاحة في شهر كانون الثانى = ٤٨٠ عاملاً x ٠.٢٤ كم / عامل / يوم x ٢٢ = ٢٥٣٤ كم .

الكلفة الكلية للخطه الأولى = ٨٦٤٠٠٠ (عامل نظامى) + ٢٨٦٨٠ (تعاقد ثانوى) = ٩٠٢٦٨٠ ديناراً .

والخطة الثانية تقوم باستخدام (٤٠٠) عامل نظامي مع (١٠٠) عامل إضافي في الأشهر من أيار إلى أيلول واستخدام التعاقد الثانوي في أشهر الذروة . إن السعة الإضافية في أشهر أيار حتى أيلول تخفض الأعمال غير المنجزة ، ويتم استخدام التعاقد الثانوي بمقدار (١٧٢٤) كم في الأشهر من حزيران حتى تشرين الثاني : مما يوفى الطلب على الخدمات حتى نهاية السنة . والجدول الآتي يوضح هذه الخطة التي أدت إلى خفض الكلفة الكلية إلى ( ٨٥٩٩٦٠ ) ديناراً .

**الخطة الثانية : استخدام (١٠٠) عامل إضافي مع التعاقد ثانوي**

الأشهر	الطلب (كم)			السعة (كم)	الأعمال غير المنجزة (-) السعة غير المستغلة بدون تعاقد ثانوي (+)	الأعمال غير المنجزة المتراكمة (-) (كم)
	صيانة الطرق (كم)	إنشاء الطرق الجديدة والتحويلات	المجموع			
كانون الثاني	٨٥٠	١٦٥٠	٢٥٠٠	٢١١٢	- ٢٨٨	- ٢٨٨
شباط	٨٧٠	١٣٣٠	٢٢٠٠	١٨٢٤	- ٢٧٦	- ٧٦٤
أذار	١٠٠٠	٥٠٠	١٥٠٠	٢٠١٦	+ ٥١٦	- ٢٤٨
نيسان	١٢٠٠	٥٠٠	١٧٠٠	٢١١٢	+ ٤١٢	صفر
أيار	١٣٠٠	١١٠٠	٢٤٠٠	٢٥٢٠	+ ١٢٠	صفر
حزيران	١٣٥٠	١٢٥٠	٢٦٠٠	٢٦٤٠	- ٨٠	- ٨٠
تموز	١٣٥٠	١٣٥٠	٢٧٠٠	٢٦٤٠	- ٦٠	- ١٤٠
أب	١٣٥٠	١٥٥٠	٢٩٠٠	٢٦٤٠	- ٢٦٠	- ٤٠٠
أيلول	١٣٠٠	١٩٠٠	٣٢٠٠	٢٥٢٠	- ٦٨٠	- ١٠٨٠
تشرين الأول	١١٥٠	١٧٥٠	٢٩٠٠	٢١١٢	- ٧٨٨	- ١٨٦٨
تشرين الثاني	٨٠٠	١٠٠٠	١٨٠٠	١٧٢٨	- ٧٢	- ١٩٤٠
كانون الأول	٦٠٠	١٢٠٠	١٨٠٠	٢٠١٦	+ ٢١٦	- ١٧٢٤

السعة المتاحة في شهر كانون الثاني =  $٤٠٠ \text{ عامل} \times ٠,٢٤ \text{ كم} / \text{ عامل} / \text{ يوم} \times ٢٢ = ٢١١٢ \text{ كم} .$

السعة المتاحة في شهر أيار =  $٥٠٠ \text{ عامل} \times ٠,٢٤ \text{ كم} / \text{ عامل} / \text{ يوم} \times ٢١ = ٢٥٢٠ .$

الكلفة الكلية للخطة الثانية =  $٧٢٠.٠٠٠ \text{ (عامل نظامي)} + ٦٠.٠٠٠ \text{ (عامل إضافي)} + ١٠.٠٠٠ \text{ (استخدام وتسريح)} + ٦٨٩٦٠ \text{ (تعاقد ثانوي)} = ٨٥٩٩٦٠ \text{ ديناراً} .$

ومن الممكن الاستمرار في استخدام المتغيرات ؛ من أجل التوصل إلى خطط بديلة أفضل من حيث الكلفة .

## الأسئلة :

- ١- ما الفرق بين نمط خط الإنتاج ونمط خط الزبون في تخطيط الإنتاج ؟
- ٢- ماذا نعني بما يأتي : السعة الثابتة والسعة القابلة للتعديل . وما علاقة كل منهما بالتخطيط الإجمالي ؟
- ٣- وضع كيف تتم المبادلة في السعة الثابتة والسعة القابلة للتعديل مع تقديم مثال على كل منها .
- ٤- ماهي الخيارات المتاحة للملاحة السعة / الطلب ؟
- ٥- قارن بين مدخلى التخطيط الإجمالي أعلى - أسفل ، و أسفل - أعلى مع تقديم مثال عنهما .
- ٦- ماهي خطط تسوية التذبذب في الطلب المستخدمة في التخطيط الإجمالي مع المقارنة بينهما وفق معيارى الكلفة والمرونة ؟
- ٧- ماهي أنواع الكلف التي تظهر في خطط التخطيط الإجمالي ، ماهي المبادلات الأساسية التي يمكن أن تظهر فيما بينها ؟

٨- ماذا تستخدم إدارة العمليات من متغيرات القرار فى التخطيط الإجمالي فى الحالات الآتية :

أولاً : فى حالة وجود نقابات قوية .

ثانياً : فى حالة المنافسة الشديدة فى صناعة الملابس .

ثالثاً : فى حالة المنافسة المحدودة فى صناعة الأثاث .

رابعاً : فى حالة وجود منافسة شديدة بين الموردين .

٩- كيف يمكن توضيح إمكانية استخدام التخطيط الإجمالي مع تقديم أمثلة دالة فى الحالات الآتية :

١- خدمات المصاريف الكبيرة .

٢- خدمات إدارة الهواتف .

٣- خدمات إدارة البريد .

## التمارين :

١- مصنع البركة الجديد يقوم بإنتاج أربعة أنواع من المنتجات (س ، ص ، ع ، ل) ، وكان المصنع يستخدم منتجاً متوسطاً يكافئ منتجات المصنع كالاتى : س = ٠,٥٠ ، ص = ٠,٦٠ ، ع = ٠,٩٠ ، ل = ١,٢٠ . وكان الطلب المتوقع على المنتجات الأربعة فى الفترة القادمة كالاتى : س = ٦٠٠٠ وحدة ، ص = ٥٠٠٠ وحدة ، ع = ٨٠٠٠ وحدة ، ل = ١٠٠٠٠ وحدة . فما هو حجم السعة المطلوبة فى المصنع ؟

٢- أحد المنتجين يقوم بإعداد خطة إجمالية للفترات الست القادمة ، وقد توفرت البيانات الآتية عن الطلب :

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦
الطلب	٢١٠٠	٢٤٠٠	٢٥٠٠	٢٥٠٠	٢٥٠٠	٢٠٠٠

المطلوب :

أ- التمثيل البياني لمتوسط الإنتاج والطلب وكذلك الإنتاج والطلب المتراكمين .

ب- استخدام المخزون لتسوية التذبذب في الطلب في الفترات الست (إن المنتج لا يستخدم مخزون الأمان) .

ج- ما هو حجم مخزون الأمان المطلوب الاحتفاظ به لتجنب عدم الإيفاء بالطلب في هذه الفترات ؟

٢- في المصنع الهندسى الحديث الذى ينتج ثلاثة أنواع من الطباخات الغازية (كبيرة ، متوسطة ، وصغيرة ) ، كانت الإدارة تستخدم منتجاً متوسطاً لغرض تحديد السعة الإنتاجية المطلوبة في كل فترة . وكان المنتج المتوسط يساوى (٠.٧٥) من الطباخ الكبير ، و(١) من الطباخ المتوسط ، و(٠.٥٠) من الطباخ الصغير ، وكان الطلب المنفرد على الأنواع الثلاثة من الطباخات خلال الفترات القادمة كالآتى :

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
الطباخ الكبير	١٠٠	١٦٠	٢٠٠	٢٦٠	٦٠	١٢٠	١٤٠	١٨٠
الطباخ المتوسط	١٣٥	٢٣٠	٢٨٥	٣٣٠	٧٥	١٩٠	٢٤٥	٢٧٥
الطباخ الصغير	٨٠	١٠٠	١٣٠	١٥٠	٧٠	١٤٠	١٠٠	١٨٠

وقد كانت الكلف في المصنع كالآتى :

كلفة الوقت النظامى = ٢ دينار / وحدة .

كلفة الوقت الإضافى = ٥ دينار / وحدة .

كلفة الاستخدام = ٨ دينار / وحدة .

كلفة التسريع = ٦ دينار / وحدة .

كلفة التعاقد الثانوى = ٨ دينار / وحدة .

كلفة الطلبية غير المنجزة = ٥ دينار / وحدة / فترة .

كلفة الاحتفاظ بالمخزون = ٢ دينار / وحدة / فترة .

يتوقع أن يكون معدل المخرجات بالوقت النظامى في الفترات الفردية (٢٠٠) وحدة والفترات الزوجية (٤٠٠) وحدة ، وأن المصنع يتبع سياسة المخزون الصفرى في بداية

الفترة ونهاية الفترة الأخيرة ، كما كان يستخدم المخزون كعامل تسوية للتذبذب في الطلب خلال الفترات . وأن الوقت الإضافي المتاح (١٠٠) وحدة في الفترة ، والتعاقد الثانوى المتاح (١٥٠) وحدة في الفترة والطلبات غير المنجزة مسموحة بأية كمية .

المطلوب : إعداد خطط الإنتاج الإجمالية الآتية واحتساب كلفها الإجمالية باستخدام :

أ - أسلوب الاستخدام والتسريح .

ب - الطلبات غير المنجزة .

ج - الوقت الإضافي والطلبات غير المنجزة .

د - التعاقد الثانوى والطلبات غير المنجزة .

هـ - جميع المتغيرات المتاحة .

٤ - فى التمرين السابق رقم (٣) إذا لم تكن هناك قيود على المتاح من الوقت الإضافي والتعاقد الثانوى ، هل تتغير الخطة الإجمالية الأفضل التي تحقق أدنى كلفة كلية ؟

٥ - فى التمرين رقم (٣) افرض أن الإدارة تعتمد سياسة الاحتفاظ بالمخزون فى بداية الفترة الأولى ونهاية الفترة الثامنة مقداره (٤٠) ، كيف تتغير خطط الإنتاج الإجمالية ؟

## المراجع :

### أولاً - الكتب :

- 1- E.Adam., Jr.and R.J.Ebert, Production and Operations Management , .  
Printice Hall of India Private . New Delhi , 1993.
- 2- J.B. Dilworth , Production and Operations Management , McGraw - ..  
Hill Publishing Co. New York . 1989 .
- 3- J.R .Evans , Applied Production and Operations Management ,  
West . Publishing Co. America . 1993 .
- 4- P.Kotler , Marketing Management , Printice-Hall International Inc, .  
London , 1980 .
- 5- D.W. McLeavy and S.L. Narasimhan , Production Planning and . . . .  
Inventory Control , Allen and Bacon , Inc. Boston . 1985 .
- 6- S.Nahmais, Production and Operations Management , Irwin , New . . . .  
York .1989 .
- 7- R.G. Schroeder , Operations Management , McGraw - Hill Book  
Co. . New York . 1989 .
- 8- W.J Stevenson , Production / Operations Management , Richard  
D.Irwin, . Chicago, 1996 .

### ثانياً - الدوريات :

- 1- E.H. Bowman , Production Planning by the Transportation Method  
of Linear Programming , Journal of the Operations Research Society ,  
Vol. .4 Feb. 1956 . pp. 100-3 .

## إدارة العمليات

النظم والصاليب وتكنولوجيا الحديثة  
الجزء الأول

### هذا الكتاب

يعرض الكتاب لموضوع إدارة العمليات ومضاهيمها وتطبيقاتها وتطورها ، ويناقش الإستراتيجية والفرق بين الخدمة والإنتاج ، ويحلل ويرصد مساهمات العلماء في تطور إدارة العمليات من عام ١٧٧٦م حتى نهاية الألفية الثانية . كما يعرض للتجربة اليابانية في إستراتيجية العمليات ويقارنها بالتجربة الأمريكية . ويناقش موضوعات مهمة مثل : الخصائص الأساسية لإستراتيجية العمليات والشركة الخلاقة للمعرفة ، والأسبقيات التنافسية ، وبناء الشبكات المتعلقة بالكلفة والمسار الحرج .

ثم يتناول المؤلف العوامل المؤثرة على اختيار موقع المشروع والاتجاهات الحديثة في اختيار الموقع ، والأنواع الأساسية للتنظيم الداخلي وتنظيم المستودعات ، وتقدير الطلب والعرض وأساليب التنبؤ ، وأساليب تطوير المنتجات وإدارة المخزون ، وتقدير الاحتياجات من المواد ، وجدولة الإنتاج وإزالة الهدر والصيانة الوقائية ومقاييس الكفاءة .

ثم يختتم الكتاب بموضوع الجودة في إدارة العمليات ، وقد تم تقسيم مادة الكتاب إلى أربعة عشر فصلاً تضمنت أسئلة للتطبيق وقائمة بالمراجع الهامة .

ردمك : ٥ - ٠٦٩ - ١٤ - ٩٩٦٠

مصمم وإخراج وطباعة  
الإدارة العامة للطباعة والنشر بمعهد الإدارة العامة - ١٤٢٢هـ



المواد

المداخلات



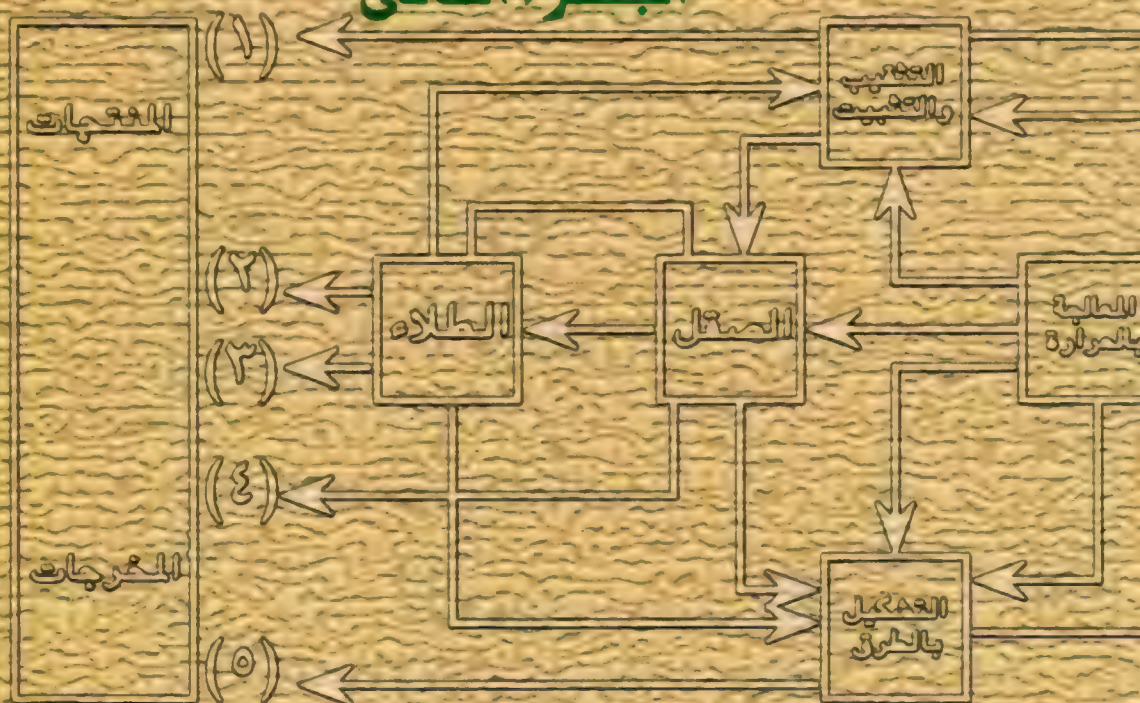


مركز البحوث

# إدارة العمليات

النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة

الجزء الثاني



تأليف

د. نجم عبود نجم

بسم الله الرحمن الرحيم



مركز البحوث

## إدارة العمليات :

النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة

الجزء الثانى

تأليف

د. نجم عبود نجم

١٤٢٢هـ - ٢٠٠١م



## الفصل الثامن : نماذج المخزون

- ٨ - ١ - المدخل .
- ٨ - ٢ - نماذج المخزون .
- ٨ - ٣ - النماذج المؤكدة .
- ٨ - ٤ - نموذج كمية الطلبية الاقتصادية .
- ٨ - ٥ - كمية الطلبية الاقتصادية مع التوريد المتماثل .
- ٨ - ٦ - كمية الطلبية الاقتصادية مع الطلبات المؤجلة .
- ٨ - ٧ - كمية الطلبية الاقتصادية مع خصم الكمية .
- ٨ - ٨ - تحليل الحساسية .
- ٨ - ٩ - النماذج الاحتمالية .
- ٨ - ١٠ - حالات التغير في الطلب وفترة التوريد :
  - أولاً : معدل الطلب المتغير وفترة التوريد الثابتة .
  - ثانياً : معدل الطلب الثابت وفترة التوريد المتغيرة .
  - ثالثاً : معدل الطلب المتغير وفترة التوريد المتغيرة .
- ٨ - ١١ - العلاقة بين نقطة إعادة الطلب وكمية الطلبية .
- ٨ - ١٢ - نموذج فترة الطلبية الثابتة .
- ٨ - ١٣ - نموذج الفترة الوحيدة .
- ٨ - ١٤ - مستويات المخزون المستمرة والمنفصلة :
  - أولاً : مستويات المخزون المستمرة .
  - ثانياً : مستويات المخزون المنفصلة .
- ٨ - ١٥ - نظام أ ب ج .
- الأسئلة .
- التمارين .
- المراجع .



## ٨ - ١ - المدخل :

يعتبر المخزون واحداً من الموضوعات الأساسية التي تواجهها الإدارة في المنظمات المختلفة ، وهذا ليس يعود فقط إلى الوظائف المهمة التي يضطلع بها المخزون من أجل استمرار الإنتاج ، وإنما أيضاً إلى حقيقة ما يمثله المخزون من موارد وكلف ينبغي أن تستخدم بكفاءة عالية ؛ فقيمة المخزون تصل في المتوسط إلى (٢٥٪) من مجموع رأس المال المستثمر ، وتتراوح هذه القيمة في الشركات الصناعية بين (٩٪) و (٥٥٪) ، ولأن المخزون يؤدي إلى تجميد الموارد (رأس المال المستثمر في الأرض وأبنية المخازن والمواد المخزونة) ، وتحمل الكلف (كلف الاحتفاظ بالمخزون وكلف الطلبية وغيرها) ؛ فإن النظرة السائدة في الوقت الحاضر تميل إلى اعتبار المخزون شراً لا بد منه ؛ مما يستلزم خفضه إلى أدنى مستوى ممكن . .

لم تكن هذه النظرة إلى المخزون في الوقت الحاضر هي نفسها في السابق ، فحتى بداية هذا القرن كان المخزون هو مقياس الثروة والقوة على صعيد البلد أو المنظمات ، كما كانت المستودعات الكبيرة مؤشراً على القوة الاقتصادية ؛ لهذا كانت القاعدة الذهبية هي (اجعل المخزون أكبر ما يمكن) . وإذا كان هذا الاتجاه في التعامل مع المخزون يكشف عن ظروف عدم الاستقرار ؛ فإنه يكشف أيضاً عن مراحل تطور الإدارة في هذا المجال . ومع ظهور مخاطر ومساوئ الاحتفاظ بمخزون كبير ؛ بدأ الانتقال إلى النظرة الأخرى ، فالمخزون يواجه مخاطر جديدة عندما يكون بكميات كبيرة ، كما هو الحال في مخاطر التقادم والتلف والسرقة ، والتغيرات الحادة في الأسعار وتجميد رأس المال وتدنى سرعة دورانه ، وتحمل كلف خدمة المخزون والاحتفاظ به وغيرها ؛ مما حفز على البحث عن أساليب وطرق تساعد على تحقيق أفضل توازن بين الوظائف المتوقعة من المخزون (المنافع) والأعباء الناتجة عنها (الكلف) على أساس كمية المخزون المثلى وهذا ما توصل إليه (هاريس F.W.Harris) عام ١٩١٥م في النموذج الأساسي لكمية الطلبية الاقتصادية ؛ ليبدأ في العشرينيات من هذا القرن اتجاه يقوم على أن المخزون هو مقبرة الأعمال ، وأن الفائض في المخزون هو السبب الأساسي لفشل منظمات الأعمال . وبالنسبة فإن

رجال الأعمال طوروا موقفاً واضحاً ضد زيادة المخزون والعمل من أجل التوصل إلى ظاهرة معروفة هي الشراء من اليد إلى الفم ، وهذا يعنى الاحتفاظ بالمخزون (صفرًا) أو أقرب إلى الصفر . ومع أن المخزون لازال يمثل حقيقة قائمة فى المنظمات المختلفة ، إلا أن التطور الكبير قد حصل فى اتجاهين : الأول يتمثل فى تطوير نماذج المخزون (Inventory Models) التى تستهدف التوصل إلى كمية الطلبية الاقتصادية وفترة الطلبية المثلى : من أجل تقليل كلفة المخزون الكلية إلى الحد الأدنى ، والثانى : يتمثل فى الاتجاه المتعلق بإزالة المخزون أى التقرب من المخزون (صفر) ويمثل نظام الوقت المحدد (Just-in-time System) هذا الاتجاه : حيث إنه يقوم على أساس أن المخزون هو أصل كل الشرور ليس لأنه يمثل كلفة إضافية جراء تجميد رأس المال ، وإنما أيضاً لأنه يخفى المشكلات ، فكما يقول هاى (E.S.Eay) ، فالمخزون يغطى المشكلات ويزود المنتج بطرق سهلة للتعايش مع هذه المشكلات فى الإنتاج بدلاً من حلها .

إن هذين الاتجاهين يتكاملان مع بعضهما من أجل المعالجة الشاملة لمشكلات المخزون الأساسية فى الحالات المختلفة ، فعندما يكون ممكناً تجنب المخزون فإن الاتجاه الثانى يكون هو الحالة المثالية ، وفى حالة عدم التمكن من تجنب المخزون (لتغير الطلب أو تغير فترة التوريد) : فإن الاتجاه الأول هو الحالة الأفضل لتجنب مخاطر وكلف إضافية لامبرر لها .

يمكن تعريف المخزون بأنه كمية المواد والسلع التى تحتفظ بها المنظمة بشكل عاطل نسبياً فى انتظار استخدامها أو بيعها ، أى أن المخزون عملية خمود مؤقت بين نشاطين هما العرض والطلب : حيث إن المخزون يحقق التوازن بين العرض فى وقت والطلب فى وقت آخر : لهذا يمكن ملاحظة أن توافق العرض والطلب فى نفس الوقت والمكان يجعل المخزون غير ضرورى ولا حاجة للاحتفاظ به ، وكما كان هناك تفاوت بين العرض والطلب فى المكان والزمان : برزت الحاجة إلى المخزون ، ويمكن أن نميز أنواعاً من المخزون لمواجهة هذه الحاجة وهى كالاتى :

أ - المخزون الانتقالي : هذه الفئة من المخزون تتكون نتيجة لاستمرار عملية الإنتاج أو عملية النقل . فى الإنتاج يكون بفعل العمل المستمر عليه فهو مخزون تحت العملية

أو في الانتقال بين مراكز العمل ويدعى مخزون العملية (Process Stock) وفي عملية النقل يكون في حالة انتقال (In Transit) بين مراكز التوزيع ويدعى أيضاً (Pipeline Stock) .

ب - مخزون الدورة : هذه الفئة هي الشكل الشائع للمخزون وهو الذي يتكون بفعل الطلبية أو بفعل وجبة الإنتاج ، والمخزون في هذه الدورة يكون في حده الأعلى عند استلام الطلبية ، وفي حده الأدنى قبل استلام الطلبية الجديدة (أى عند المخزون صفر في حالة عدم استخدام مخزون الأمان) .

ج - مخزون الأمان : هذه الفئة من المخزون يحتفظ بها لمواجهة عدم التأكد في الاحتياجات المستقبلية : حيث إن هذه الاحتياجات (الطلب) يتم تقديرها عادة عن طريق التنبؤ ، ولكن التنبؤات دائماً تحمل قدراً من الخطأ : مما يتطلب التحسب له باستخدام مخزون الأمان (Safety Stock) .

د - المخزون الموسمي : هذه الفئة من المخزون تتكون عندما يكون الطلب أو الاحتياجات تختلف بشكل كبير من وقت لآخر : فتكون هناك فترة ركود في الطلب (طلب منخفض) وفترة رواج (فترة ذروة الطلب) : لهذا يتم تكوين المخزون في الفترة الأولى من أجل استخدامه في الثانية بما يحقق مزايا اقتصادية : حيث إن المخزون الموسمي (Seasonal Stock) يحقق الموازنة بين كلفة الاحتفاظ بالمخزون في فترة الركود والمزايا المتحققة من الإيفاء بالطلب العالي في فترة الرواج .

هـ - المخزون لأسباب أخرى : هذه الفئة تخدم أغراضاً عديدة كما هو الحال في المخزون الذي يحتفظ به للاستفادة من الخصم ، أو لتحقيق المزايا جراء توقع ارتفاع الأسعار بشكل كبير في المستقبل .

يصنف المخزون أيضاً إلى مخزون المواد الأولية ، والمواد تحت الصنع ، المنتجات النهائية وأخيراً مخزون قطع الغيار . وفي ضوء أنواع المخزون يمكن أن نحدد الوظائف الرئيسية للمخزون وهي كالآتي :

أ - تهدئة العمليات : في حالات كثيرة يكون الطلب غير مستقر ، ويتغير على أساس موسمي ، أى انخفاض الطلب في موسم الركود وارتفاعه في موسم الرواج ، أو



على أساس دورة الأعمال (Business Cycle) ولمعالجة مثل هذه التذبذبات في الطلب ؛ يتم تقدير ذروة الطلب وفتراتها من أجل الاحتفاظ بالمخزون من فترات الركود وانخفاض الطلب لاستخدامه في فترة الذروة ، وبهذا يتم استقرار الإنتاج وإبعاده عن التأثير بتذبذبات الطلب .

ب - كمية الطلبية الاقتصادية : إن كمية الطلبية الكبيرة نسبياً قد تحقق مزايا اقتصادية من خلال تقليص عدد الطلبيات والكلف المترافقة معها ، وقد تكون هذه المزايا أكبر من أو متكافئة مع الكلف التي يتم تحملها جراء الاحتفاظ بهذه الكمية كمخزون .

ج - الوقاية من نفاد المخزون : إن تذبذب الطلب بشكل غير قابل للتنبؤ يحمل في طياته مخاطرة نفاد المخزون (Stock-out) وتدنى مستوى الخدمة وظهور الطلبيات المؤجلة لعدم القدرة على الإيفاء بها ؛ لهذا يتم الاحتفاظ بالمخزون بكميات مناسبة ؛ من أجل تجنب هذه المخاطر ، والكلف الإضافية المترافقة معها بما في ذلك التأثير السلبي على سمعة الشركة .

د - الاقتصاد في نظام الرقابة على المخزون : في أحيان كثيرة يكون الاحتفاظ بكمية كبيرة من المخزون سبباً في تقليص الجهد المطلوب في السيطرة على المخزون نفسه ، والمثال الواضح هو في الشخص الذي لديه رصيد كبير في المصرف عندما يسحب منه مبالغ صغيرة لا يحتاج لإجراء الموازنة والمراجعة للرصيد ؛ لأنه يكون متأكداً أن السحوبات الصغيرة هي أبعد ما تكون عن السحب بدون رصيد .

هـ - الاستفادة من تقلبات السوق : إن تقلبات السوق تخلق ميزة اقتصادية للاحتفاظ بالمخزون ؛ لهذا فإن المنظمات تستخدم المخزون لتحقيق هذه المزايا من خلال الاحتفاظ بكمية أكبر عند توقع ارتفاع حاد في الأسعار .

· إن هذه الوظائف تتكامل فيما بينها في إطار نظام الرقابة على المخزون الذي يستهدف تحقيق هدفين ، الأول : تحقيق أفضل خدمة في الاستجابة للطلبات بالكميات والأوقات المطلوبة ، والثاني : تحقيق هذا المستوى من الخدمة بالكلفة الأدنى . ومن الواضح أن كلا الهدفين يتناقضان ؛ لأن خدمة عالية في الاستجابة للطلبات تعني

مخزوناً أكبر أى كلفة عالية ، فى حين أن كلفة منخفضة تقود إلى مستوى أدنى من الخدمة ؛ لهذا فإن إدارة المخزون تقارن بين جودة الخدمة والكلفة لتحقيق التوازن الأمثل بينهما ، وذلك من خلال نماذج المخزون التى يمكن توظيفها فى اتخاذ قراراتين أساسيين الأول : كم يطلب ؟ ، ومعيار هذا القرار هو الكلفة الكلية الأدنى للمخزون ، والثانى : متى يطلب ؟ ، ومعيار هذا القرار هو الكلفة الكلية الأدنى للمخزون بعد الأخذ بالاعتبار كلفة النقص أو كلفة نفاد المخزون (Stock-OutCost) .

## ٢-٨ - نماذج المخزون :

إن إدارة المخزون تستخدم نماذج المخزون للإيفاء بالطلب على المخزون بأدنى كلفة كلية ممكنة ، ولقد تطورت وتعددت هذه النماذج لتخدم أغراضاً متعددة فى حالات وظروف مختلفة ، فإذا كان النموذج الأساسى لكمية الطلبية الاقتصادية (Basic EOQ Model) يتضمن افتراضات عديدة تجعل استخدام النموذج مقصوراً على حالات قليلة ومحدودة ؛ فإن نماذج المخزون التى تم تطويرها بما ينسجم مع حاجات منظمات الأعمال وإدارة المخزون ؛ تجاوزت الكثير من هذه الافتراضات والمحددات ، حتى أصبحت هذه النماذج لاغنى عن استخدامها فى حالات كثيرة ومتنوعة .

يمكن تصنيف هذه النماذج إلى :

### أ - نماذج كمية الطلبية الثابتة (Fixed-Order Quantity Ms.) : هذه تمثل مجموعة

من نماذج المخزون تعتمد على وضع طلبيات بنفس المقدار ؛ حيث يتم السحب من المخزون إلى أن يصل إلى مستوى معين يتم وضع طلبية جديدة بنفس الكمية ، وهذه النماذج تتطلب مراجعة مستمرة للمخزون وتحديث المعلومات عن المخزون أولاً بأول لوضع طلبية جديدة ، وهذه النماذج يمكن أن تجيب عن السؤال : كم يطلب فى الحالات التى تغطيها ؟

### ب - نماذج فترة الطلبية الثابتة (Fixed-Order Interval Ms.) : فيها يتم وضع الطلبية

على أساس الفترة الدورية الثابتة ، وبالتالي فإن مراجعة المخزون تتم فى فترات

دورية وليس بشكل مستمر ؛ مما يسمح بالنقص وبالطلبات المؤجلة والمبيعات الضائعة ، والواقع أن هذه النماذج تضع فترة الطلبية بحيث تكون محددة وثابتة فى حين أن كمية الطلبية تكون متغيرة حسب الموجود من المخزون عند حلول موعد وضع الطلبية ، وهذه النماذج تجيب عن السؤال : متى يطلب فى الحالات التى تغطيها ؟

إن كلا النوعين من النماذج يُستخدمان فى الرقابة على المخزون ، حيث النوع الأول يركز على الكمية وتوضع الطلبية بصفة كمية ، فى حين أن النوع الثانى يركز على الفترة وتوضع الطلبية بصفة الوقت . وسنعرض نماذج كلا النوعين فيما بعد ، كما أن نماذج المخزون تصنف إلى :

– نماذج مؤكدة (Deterministic Models) : التى فيها معالم القرار تكون معلومة كالطلب ومعدل الطلب وفترة التوريد ومستوى الخدمة والنقص ... إلخ .

– نماذج احتمالية (Probabilistic Models) : التى فيها معالم القرار تكون غير معلومة كالطلب وفترة التوريد وتخضع لتوزيع احتمالى ؛ مما يجعل نفاذ المخزون ممكناً ؛ مما يتطلب الاحتفاظ بمخزون الأمان الذى يترافق مع كلفة الاحتفاظ به ؛ لهذا يكون البحث ضرورياً فى المستوى الأمثل لمخزون الأمان .

وسنعرض لكلا النوعين من النماذج بشئ من التفصيل فى الفقرات الآتية ، مؤكداً على أن جميع هذه النماذج هى عبارة عن توسيعات وتعديلات على النموذج الأساسى لكمية الطلبية الاقتصادية الذى تم وضعه فى وقت مبكر من هذا القرن .

## ٨-٢- النماذج المؤكدة :

فى هذه النماذج فإن الطلب ومعدل الطلب والتوريد يكونان معلومين ، وحتى فى حالة نفاذ المخزون ، أى ظهور طلبيات لا يمكن الإيفاء بها جراء عدم وجود المخزون – تكون كمية النقص معلومة وفترة تراكمها والإيفاء بها معلومة أيضاً . وفى عرضنا لهذه النماذج سوف نتناول ما يأتى :

- النموذج الأساسى لكمية الطلبية الاقتصادية .
- نموذج كمية الطلبية الاقتصادية مع التوريد المتماثل .
- نموذج كمية الطلبية الاقتصادية مع الطلبات المؤجلة .
- نموذج كمية الطلبية الاقتصادية مع خصم الكمية أو مع تخفيضات السعر .
- تحليل الحساسية .

#### ٨-٤ - نموذج كمية الطلبية الاقتصادية :

إن نموذج كمية الطلبية الاقتصادية (Economic Order Quantity M.) يفترض أن كمية الطلبية ثابتة ؛ لهذا يدعى أيضاً نموذج كمية الطلبية الثابتة (Fixed-Order Quantity M.) ، وهو النموذج الأساسى الذى تم اشتقاقه واقتراحه من قبل (هاريس F. W. Harris) عام ١٩١٥م ، ويعتبر أول نموذج رياضى للمخزون . إن نموذج كمية الطلبية الاقتصادية (EOQ) يقوم على افتراضات أساسية هى :

- أ - أن معدل الاستهلاك ثابت طوال العام ، أى أن متوسط الطلب ثابت من دورة طلبية لأخرى .
- ب - أن توريد الطلبية يتم بوجبة أو دفعة واحدة ، وليس بالتدريج والنقص غير مسموح .
- ج - أن فترة التوريد الممتدة بين وضع الطلبية واستلامها معروفة وثابتة ولا تتغير من دورة طلبية لأخرى .
- د - أن كلفة الشراء ثابتة ، أى أن سعر الوحدة ثابت بدون خصم على كمية الطلبية .

مع أن هذه الافتراضات تمثل حالة مثالية ونادرة فى شركات الأعمال إلا أنها ممكنة فى حالات عديدة فى المدى القصير دون ضمان ذلك فى المدى البعيد لكثرة التغيرات التى تحدث على الطلب وعلى السلعة والسعر والتوريد وظروفه . ومن أجل عرض وتحليل هذا النموذج ؛ فلا بد من عرض للفئات الأساسية لكلفة المخزون ؛ حيث إن

المخزون بأنواعه (مخزون المواد الأولية ، المواد تحت الصنع ، المنتجات النهائية ، وقطع الغيار) يترافق مع الكلف الآتية :

### أولاً : كلفة الشراء :

هي كلفة شراء المخزون في فترة معينة (عادة سنة) ، ويتم احتسابها بضرب سعر الوحدة أو كلفة الوحدة (ع) بالطلب السنوي (مجموع المخزون في كل الطلبيات في السنة) ، فإذا كان لدينا :

سعر الوحدة = ع = ٥ دينار .

كمية الطلب السنوي = ط = ١٠٠٠ وحدة .

فإن كلفة الشراء = ك ش = (ع × ط) = ١٠٠٠ × ٥ = ٥٠٠٠ دينار .

ولأن كلفة الشراء ثابتة (الفرض د) والطلب السنوي ثابت (الفرض أ) ؛ لذا فإن كلفة الشراء لا تستخدم في احتساب الكلفة الكلية للمخزون لاختصار العمليات في احتساب هذه الكلفة .

### ثانياً : كلفة الطلبية :

هي الكلفة المترافقة مع وضع الطلبية واستلامها وتتضمن كلفة إعداد الطلبية ، نماذج الاستثمارات المستخدمة ، المكالمات الهاتفية ، فحص السلع من الناحية الكمية والجودة عند استلامها ، حركة السلع عند الخزن المؤقت وغيرها . وعادة يعبر عنها بمقدار ثابت بغض النظر عن حجم الطلبية ؛ لهذا فإن زيادة كمية الطلبية (س) تؤدي إلى انخفاض عدد الطلبيات في السنة ، وكذلك إلى انخفاض كلفة الطلبية الكلية . لو فرضنا أن :

الطلب السنوي = ط = ١٠٠٠ وحدة .

كلفة الطلبية = ك ل = ١٠ دينار .

كمية الطلبية = س = ٥٠٠ وحدة .

عدد الطلبيات في السنة = ط \ س = ٥ طلبيات .

فإن كلفة الطلبات الكلية ستكون :

$$\text{كلفة الطلبات الكلية} = \frac{\text{ط}}{\text{س}} \times \text{ك ل} \quad (١-٨)$$

$$= \frac{١٠٠٠}{٥٠٠} \times ١٠ = ٢٠ \text{ ديناراً .}$$

وتكون هذه الكلفة عند خفض كمية الطلبية إلى (٢٠٠) وحدة كالآتي :

$$\text{كلفة الطلبية الكلية} = \frac{١٠٠٠}{٢٠٠} \times ١٠ = ٥٠ \text{ ديناراً .}$$

وعند خفض كمية الطلبية إلى (١٠٠) وحدة :

$$\text{كلفة الطلبية الكلية} = \frac{١٠٠٠}{١٠٠} \times ١٠ = ١٠٠ \text{ دينار .}$$

يمكن ملاحظة أن هناك علاقة عكسية بين عدد الطلبات (د) وكمية الطلبية (س) ، فكلما انخفضت كمية الطلبية ازداد عدد الطلبات ، وفي مثالنا كان عدد الطلبات في الحالات الثلاث على التوالي هو : (٢ ، ٥ ، ١٠) ، كما نلاحظ علاقة عكسية بين كلفة الطلبية الكلية وكمية الطلبية (س) ، حيث كلما زادت كمية الطلبية انخفض عدد الطلبات ، وبالتالي تنخفض كلفة الطلبية الكلية والشكل رقم (٨-١) يوضح هذه العلاقة .

### ثالثاً : كلفة الاحتفاظ :

هذه الكلفة تتضمن كلفة الخزن لكل وحدة من المادة المخزونة في السنة ، والتبريد ، والتلف والتقاعد التكنولوجي الذي يخفض من قيمة المخزون ، وكلفة استثمار رأس المال

فى المخزون وعدم استخدامه فى استثمارات أخرى (أى كلفة الفرصة البديلة) . وتحدد عادة كلفة الاحتفاظ كنسبة من سعر الوحدة أو كنسبة من القيمة الدينارية لمتوسط المخزون ، وتحسب كلفة الاحتفاظ الكلية (فى السنة) كناتج لكلفة الاحتفاظ بالوحدة فى السنة مضروبة بمتوسط المخزون . ومتوسط المخزون فى السنة (هو نفسه متوسط المخزون فى كل فترة من فترات الطلبية) يحسب كمتوسط الحد الأعلى للمخزون (هذا يكون عند استلام الطلبية) والحد الأدنى للمخزون (عند استهلاك الطلبية كلها) ؛ حيث إن الحد الأدنى فى حالة عدم استخدام المخزون الأمان يساوى صفراً ، إذن يمكن التعبير عن متوسط المخزون كالآتى :

$$\text{متوسط المخزون} = \frac{\text{الحد الأعلى} + \text{الحد الأدنى}}{2}$$

ولأن الحد الأعلى يساوى كمية الطلبية (س) والحد الأدنى يساوى صفراً (لعدم وجود مخزون الأمان) ؛ فإن متوسط المخزون (م خ) هو :

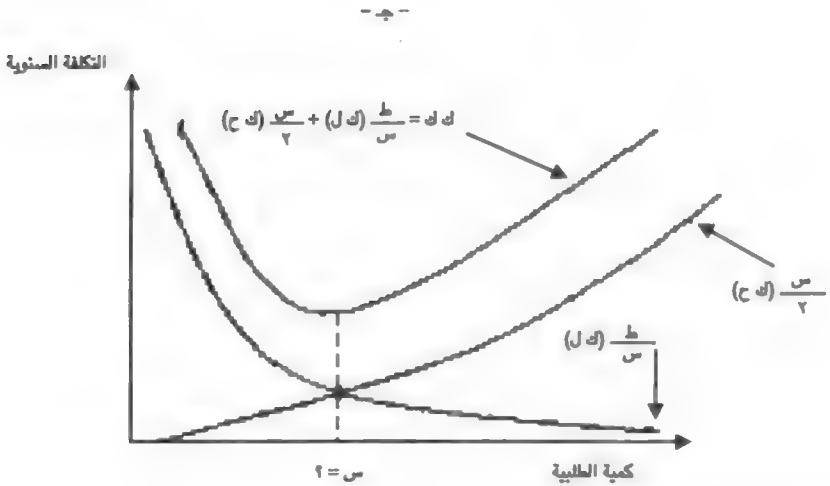
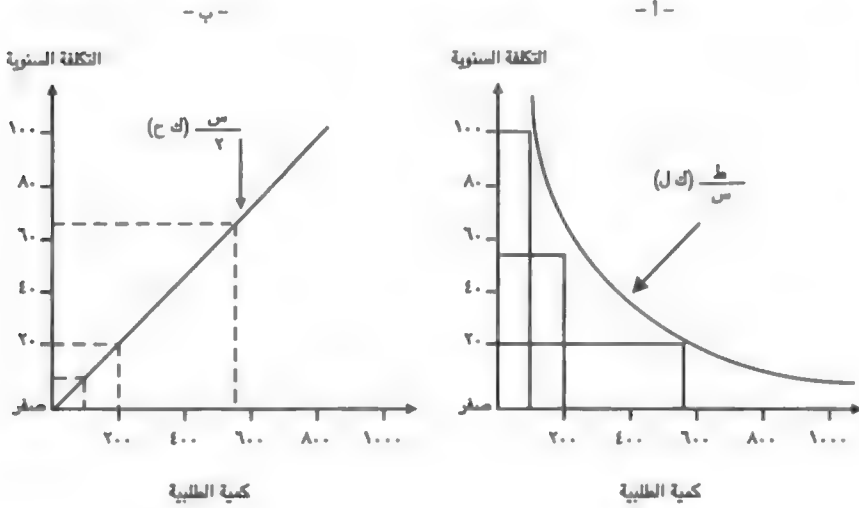
$$م خ = \frac{س}{2}$$

ولاحساب كلفة الاحتفاظ الكلية لنفرض أن :

كلفة الاحتفاظ بالوحدة فى السنة = ك ح = ٠.٢ دينار .  
 كمية الطلبية بالوحدة فى السنة = س = ٥٠٠ وحدة .  
 فإن كلفة الاحتفاظ الكلية هى :

$$\text{كلفة الاحتفاظ الكلية} = \frac{س}{2} \times ك ح = \frac{٥٠٠}{2} \times ٠.٢ = ٥٠ \text{ ديناراً} .$$

الشكل رقم (٨-١) : منحنيات الكلف : (أ) كلفة الطلبية ، (ب) كلفة الاحتفاظ ، (ج) الكلفة الكلية



سوف نستخدم الرمز (س) للإشارة إلى كمية الطلبية الاقتصادية .



وإذا كانت كمية الطلبية (س) تساوى (٢٠٠) وحدة فإن :

$$\text{كلفة الاحتفاظ الكلية} = \frac{200}{2} \times 0.2 = 20 \text{ ديناراً} .$$

وإذا كانت كمية الطلبية (س) تساوى (١٠٠) وحدة فإن :

$$\text{كلفة الاحتفاظ الكلية} = \frac{100}{2} \times 0.2 = 10 \text{ دينارات} .$$

يمكن ملاحظة أن هناك علاقة خطية بين كمية الطلبية (س) وكلفة الاحتفاظ الكلية ، فكلما انخفضت كمية الطلبية : انخفض متوسط المخزون (س \ ٢) ، وانخفضت كلفة الاحتفاظ ، والشكل رقم (٨-١ب) يوضح هذه العلاقة .

إن الكلفة الكلية (ك) تمثل مجموع الكلفتين : كلفة الطلبية وكلفة الاحتفاظ ، ويمكن التعبير عن ذلك من خلال المعادلتين (٨-١) و (٨-٢) حيث :

$$ك = ك \times \frac{ط}{س} + ح \times \frac{س}{٢} \quad (٨-٢)$$

عند الرسم البياني للكلفة الكلية على أساس منحني كلفة الطلبية ومنحني كلفة الاحتفاظ - نجد أن منحني الكلفة الكلية يأخذ شكل يشبه الحرف (U) ، ويمكن إثبات أن الحد الأدنى للكلفة الكلية يتحقق عند كمية الطلبية التي تتقاطع فيها كلفة الطلبية الكلية مع كلفة الاحتفاظ الكلية ، كما مبين في الشكل (٨-١ج) ، أى عندما تكون كلفة الطلبية مساوية لكلفة الاحتفاظ أى :

$$\frac{ط}{س} = \frac{ح}{٢} \quad (ك \times \frac{ط}{س} = ح \times \frac{س}{٢}) \quad (٨-٤)$$

إن العلاقة في المعادلة (٨-٤) يمكن حلها بإيجاد كمية الطلبية الاقتصادية (س) ،  
ونبدأ ذلك أولاً بنقل (ك ح) إلى الطرف الآخر من المعادلة فنحصل :

$$\frac{س}{٢} = \frac{ك ل}{ك ح} \left( \frac{ط}{س} \right)$$

ثم نضرب طرفي المعادلة في (س) لنحصل :

$$\frac{س^٢}{٢} = \frac{ك ل}{ك ح} ط$$

$$س^٢ = \frac{ك ل}{ك ح} ط \left( \frac{س}{س} \right)$$

إذن :  $\sqrt{\frac{٢ ط (ك ل)}{ك ح}} = (٨-٥)$

إن معادلة (٨-٥) تمثل نموذج كمية الطلبية الاقتصادية ؛ حيث إن (س) تمثل كمية الطلبية الاقتصادية التي تكون عندها الكلفة الكلية المخزون هي الكلفة الأدنى . وهذه المعادلة تبين أن كمية الطلبية الاقتصادية (س) تزداد كلما زادت كلفة الطلبية (ك ل) في البسط ، أو كلما انخفضت كلفة الاحتفاظ (ك ح) في المقام ، ويمكن أن نحسب كمية الطلبية الاقتصادية في مثالنا باستخدام المعادلة :

$$\sqrt{\frac{٢ (١٠٠٠) (١٠)}{٠,٢}} = \sqrt{\frac{٢ ط (ك ل)}{ك ح}} = س$$

$$= \sqrt{١٠٠٠٠} = ٣١٦,٢٣ = ٣١٦ وحدة .$$

بتعويض بقيمة س من المعادلة (٨-٥) في معادلة (٨-٣) نحصل على أدنى تكلفة كلية . إن كمية الطلبية الاقتصادية (س) ينبغي أن تغطي استهلاك الفترة الممتدة بين استلام الطلبية الأولى واستلام الطلبية الثانية ، وهذه الفترة تعنى دورة المخزون ، ولأن الذى يضع الطلبية ليس هو منتجاً أو مورداً للطلبية : لذلك تكون هناك فترة معينة تمتد بين وضع الطلبية واستلامها تدعى فترة توريد لابد من أن تؤخذ بالاعتبار ، وذلك من خلال إطلاق أمر الطلبية عند مستوى من المخزون يكفى لتغطية الطلب أو الاستهلاك خلال فترة التوريد . وهذا المستوى من المخزون يدعى نقطة إعادة الطلب (Reorder Point) ، وهى النقطة التى عند وصول المخزون إليها يتم وضع طلبية جديدة على المادة بالكمية الاقتصادية (س) : من أجل احتساب نقطة إعادة الطلب فى المثال السابق حيث إن :

كمية الطلب السنوى = ط = ٢٤٠٠٠ وحدة .

كلفة الطلبية = ك ل = ٩٠ ديناراً .

كلفة الاحتفاظ = ك ح = ٠.٧٥ دينار .

أيام العمل فى السنة = ٣٠٠ يوم .

فترة التوريد = ف = ٤ أيام .

نقطة إعادة = ن أ ط = ؟ وحدة .

لاحتساب نقطة إعادة الطلب (ن أ ط) يمكن أن نستخدم المعادلة الآتية :

$$\text{ن أ ط} = \frac{\text{ط} \times \text{ف}}{٣٠٠} \quad (٨-٦)$$

$$= \frac{٢٤٠٠ \times ٤}{٣٠٠} = ٣٢٠ \text{ وحدة .}$$

ومن أجل توضيح دورة المخزون بيانياً وضمنها فترة التوريد (ف) ونقطة إعادة الطلب (ن أ ط) - نحسب كمية الطلبية الاقتصادية (س) :

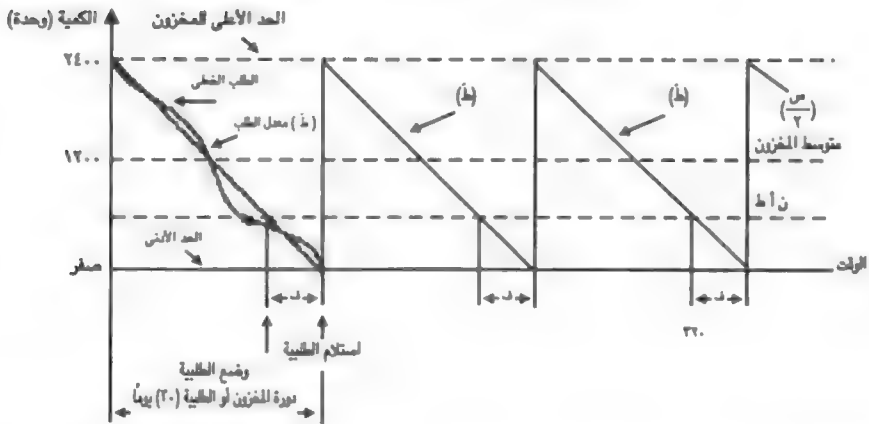
$$س = \sqrt{\frac{٩٠ \times ٢٤٠٠ \times ٢}{٠,٧٥}} = ٢٤٠٠ \text{ وحدة .}$$

إن الشكل (٨-٢) يوضح دورة المخزون ؛ حيث يمكن ملاحظة أن الحد الأعلى للمخزون عند بدء الدورة يساوى كمية الطلبية الاقتصادية (٢٤٠٠) وحدة ، وأن الحد الأدنى يساوى (صفرًا) لعدم وجود مخزون الأمان . وإن متوسط المخزون يساوى نصف كمية الطلبية الاقتصادية (س\٢) ، وإن نقطة إعادة الطلب (ن أ ط) هي مستوى المخزون الذى يمكن أن يغطى الطلب خلال فترة التوريد (ف) .

كما يلاحظ أن معدل الطلب يكون ثابتًا ، وأن دورة المخزون (الطلبية) تمتد على طول فترة استهلاك الطلبية كلها ؛ حيث إن استلام الطلبية يكون وفق هذا النموذج عندما يصل مستوى المخزون إلى أدنى مستوى له أى (الصفر) ، ويمكن احتساب طول دورة المخزون وفق الصيغة الآتية :

$$\text{طول دورة المخزون} = \frac{\text{كمية الطلبية الاقتصادية}}{\text{الطلب السنوى}} = \frac{س}{ط}$$

الشكل رقم (٨-٢) : دورة المخزون ومستوياته



كما يمكن احتساب طول دورة المخزون باستخدام معدل الاستهلاك حيث :

$$\text{معدل الاستهلاك} = \frac{\text{الطلب السنوى}}{\text{عدد أيام العمل}} = \frac{2400}{300} = 80 \text{ وحدة / يوم .}$$

$$\text{طول دورة المخزون (د خ)} = \frac{\text{كمية الطلبية الاقتصادية}}{\text{معدل الاستهلاك}}$$

وفى مثالنا فإن طول دورة المخزون تحسب :

$$\text{طول دورة المخزون} = \frac{\text{س}}{\text{ط}} = \frac{2400}{24000} = 0,1 \text{ سنة .}$$

ولأن عدد أيام العمل فى السنة (٣٠٠) يوم ، إذن :

$$\text{طول دورة المخزون} = 300 \times 0,1 = 30 \text{ يوم عمل .}$$

### ٨ - ٥ - كمية الطلبية الاقتصادية مع التوريد المتماثل :

إن نموذج كمية الطلبية الاقتصادية مع التوريد المتماثل (EOQ with Uniform Supply) يمثل تطوراً للنموذج الأساسى ، ففى النموذج الذى سبق عرضه فى الفقرة السابقة كان الفرض (ب) أن توريد الطلبية يتم دفعة واحدة ، ولكن الأمر يختلف فى الكثير من الحالات ، فقد يميل التوريد إلى أن يكون تدريجياً بدلاً من فوري كما هو الحال فى حالة مخزون السلع المنتجة التى ينتجها المصنع نفسه : حيث فى مثل هذه الحالة يتم التوريد بمعدل متماثل هو معدل الإنتاج ، فإذا كان التوريد (معدل الإنتاج) بنفس معدل الطلب (وهذه هى الحالة المثالية) فلن يكون هناك مخزون والمخرجات تستخدم بشكل فوري ، والشكل (٨-٥-١) يوضح هذه الحالة . والواقع أن هذه الحالة تعتبر مثالية : لأنها تتجاوز تكوين المخزون وهى تدخل ضمن الاتجاه الثانى الذى سبق الإشارة إليه والمتمثل فى إلغاء المخزون وتحقيق المخزون الصفرى .

إن الشكل (٨-٣-أ) يوضح أن الطلبية ستكون صغيرة ، أو ما يمكن أن يدعى الطلبية المصغرة (Order Mini) : لأن التوريد يتم بمعدل مساوٍ للطلب ؛ مما يجعل الحاجة إلى طلبية تغطي أقصر فترة ممكنة قد تكون يوماً واحداً ضرورية ، وبالتالي فإن استلام الطلبية في بداية يوم العمل يتم استهلاكه بالتدريج خلال نفس اليوم الذي سيمثل دورة طلبية مصغرة ، كما أن هذه الحالة المثالية تفترض عدم وجود فترة التوريد (كما في حالة المخزن الذي يطلب ويكون في المصنع الذي ينتج) ، وبالتالي لا تكون هناك نقطة إعادة الطلب لعدم وجود فترة التوريد .

ومع ذلك فإن أغلب الحالات النمطية لا تقوم على هذا الأساس ، وتعتبر المخزون ضرورياً من أجل مواجهة التغيرات المتوقعة وغير المتوقعة ، وضمان مستوى الخدمة الضروري لحماية السمعة وعدم خسارة الطلبات وغيرها ؛ لهذا يكون الميل إلى جعل معدل التوريد (الإنتاج) أكبر من معدل الطلب واستخدام الفرق بين المعدلين خلال فترة معينة (هي فترة التوريد) للوصول إلى الحد الأعلى المخزون ليتوقف بعدها التوريد ويستمر الطلب (الاستهلاك) لحين الوصول إلى النفاذ (الصفر) الحافة الأولى لفترة التوريد وتكرر الدورة من جديد ، أي التوريد بمعدل أكبر من الطلب للوصول إلى الحد الأعلى للمخزون . والشكل (٨-٣-ب) يوضح تراكم المخزون في حالة معدل التوريد يفوق معدل الطلب (الاستهلاك) ، أما الشكل (٨-٣-ج) فإنه يوضح نموذج كمية الطلبية الاقتصادية مع التوريد المتماثل والذي يدعى أيضاً نموذج كمية الطلبية الاقتصادية مع عدم التوريد الفوري . وسنقدم إلى جانب التمثيل المعالجة الرياضية لهذا النموذج .

إن الملاحظة المهمة من الشكل (٨-٣-ج) هي أن المخزون الأعلى (خ أعلى) يتكون ويتراكم خلال فترة التوريد من الفرق بين معدل (م ج) ومعدل الطلب (ط) فإذا فرضنا أن :

$$م ج = \text{معدل التوريد (الإنتاج)} .$$

$$ط = \text{معدل الطلب} .$$

$$ف = \text{فترة توريد الإنتاج (دورة الإنتاج)} .$$

$$د خ = \text{طول دورة المخزون (الطلبية)} .$$

يمكن أن نحدد مستوى المخزون الأعلى (خ أعلى) بالصيغة الآتية :

$$\text{مستوى الأعلى} = (م ج - ط) ف \dots \dots \dots (٨-٧)$$

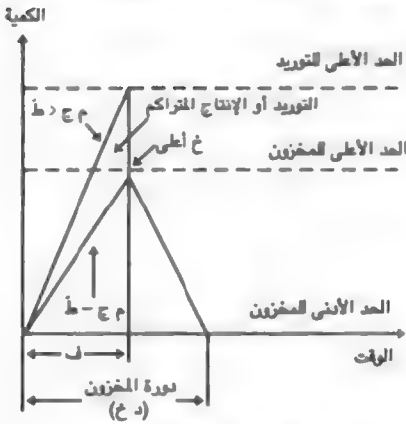
ولما كانت كمية التوريد تساوى كمية الطلبية فى كل دورة من دورات المخزون (الطلبية) ، إذن :

$$م ج \times ف = ط \times د خ$$

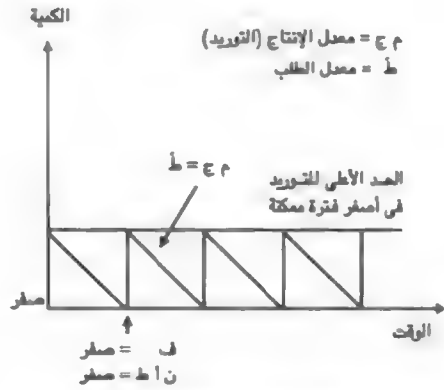
$$ط \times د خ$$

$$ف = \frac{ط \times د خ}{م ج} \quad (٨-٨)$$

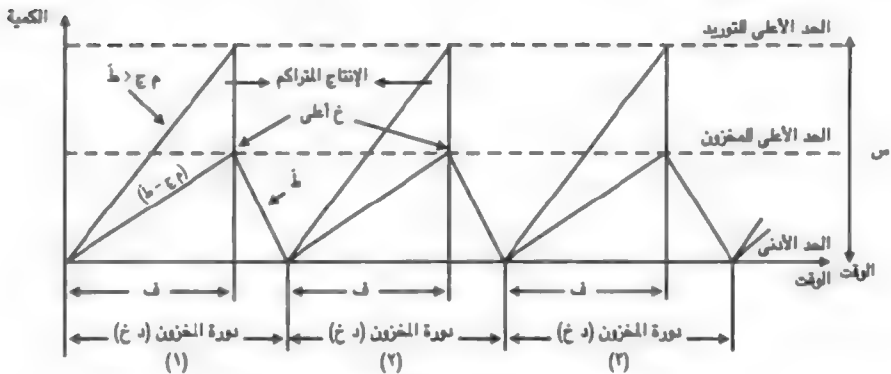
### الشكل رقم (٨-٣) : كمية الطلبية الاقتصادية مع حالات التوريد



(ب) حالة معدل التوريد أكبر من معدل الطلب



(أ) الحالة المثالية : المخزون صفر



(ج) نموذج كمية الطلبية الاقتصادية مع التوريد المتماثل بيانياً

يلاحظ في الحالة (أ) أن معدل الإنتاج يساوى معدل الطلب في اليوم ، وهذه حالة مثالية وفق أسلوب من اليد إلى الفم ، فلا يتكون ويتراكم المخزون ، وهذا ما يسعى إلى تحقيقه نظام الوقت المحدد (JIT) الذى سنعرض له فى الفصل العاشر ، وفى الحالة (ب) فإن معدل التوريد أو الإنتاج (م ج) يفوق معدل الطلب (ط) ، وما يزيد يتراكم للوصول إلى مستوى المخزون الأعلى (خ أعلى) وعند الوصول إلى هذا المستوى يتوقف التوريد ، ويتم إيفاء الطلب اللاحق من المخزون المتراكم ، وعند انخفاض المخزون ووصوله إلى الصفر تبدأ دورة مخزون جديدة ، ويمكن أن نلاحظ أيضاً أن كمية الطلبية الاقتصادية تتساوى مع الكمية التى سيتم توريدها وليس مع مستوى المخزون الأعلى .

ويمكن أن نعيد كتابة المعادلة (٨-٨) لاحتساب (د خ) :

$$د خ = \frac{م ج \times ف}{ط} = \frac{س}{ط}$$

وبالتعويض عن (د خ) بالمعادلة (٨-٨) نحصل على :

$$ف = \frac{ط}{م ج} \left( \frac{س}{م ج} \right) = \frac{س}{م ج}$$

وحسب المعادلة (٧-٨) :

مستوى المخزون الأعلى (خ أعلى) = (م ج - ط) ف

$$= (م ج - ط) س \setminus م ج$$

$$(خ أعلى) = س \setminus ١ - ط \setminus م ج \dots\dots\dots (٨-٩)$$

ولاستكمال التحليل : فإن عدم التوريد الفورى (التوريد المتماثل بشكل تدريجى) لا يؤثر على كلفة الطلبية (لعدم ارتباطها بمستوى المخزون الأعلى) ، ولكنه يؤثر على كلفة الاحتفاظ فتصبح :

$$كلفة الاحتفاظ الكلية = \frac{س}{٢} \left( ١ - \frac{ط}{م ج} \right) (ك ح) \dots\dots\dots (٨-١٠)$$



وإن كلفة المخزون الكلية تصبح :

$$(11-8) \quad \text{كلفة المخزون الكلية} = \frac{\text{ط}}{\text{س}} (\text{ك ل}) + \frac{\text{ط}}{2} \left( \frac{\text{ك}}{\text{م ج}} - 1 \right)$$

وباستخدام حساب التفاضل ؛ يمكن التوصل إلى أن كمية الطلبية الاقتصادية (أو كمية وجبة الإنتاج) :

$$(12-8) \quad \text{س} = \sqrt{\frac{2 \text{ ط (ك ل)}}{\text{ك ح} \left( \frac{\text{ط}}{\text{م ج}} - 1 \right)}}$$

ويمكن أن تكتب أيضاً على الصورة التالية :

$$(13-8) \quad \text{س} = \sqrt{\frac{2 \text{ ط (ك ل)}}{\text{ك ح} \left( \frac{\text{م ج}}{\text{ط}} - 1 \right)}}$$

ولنأخذ مثلاً للتطبيق ؛ حيث لدينا المعلومات الآتية :

الطلب السنوي = ط = ٩٠٠٠٠ وحدة .

كلفة الطلبية = ك ل = ٥٠ ديناراً .

كلفة الاحتفاظ = ك ح = (١) دينار للوحدة / سنة .

معدل التوريد أو الإنتاج = م ج = ٦٠٠ وحدة .

أيام العمل في السنة = ٢٠٠ يوم .

مع افتراض أن التوريد منتظم تدريجى غير فوري .

نحسب أولاً كمية الطلبية الاقتصادية (س) باستخدام المعادلة (١٢-٨) وحيث إن :

$$\text{ط} = \frac{90000}{200} = 450 \text{ وحدة .}$$

$$\begin{array}{r}
 \frac{(50)(90000) 2}{450} \\
 \left( \frac{600}{600} - 1 \right) 1 \\
 \hline
 \frac{90000}{0.25} = 360000
 \end{array}
 \quad \sqrt{\quad} = \text{س}$$

ويمكن احتساب (س) باستخدام المعادلة (٨-١٣) :

$$\begin{array}{r}
 \frac{(50)(90000) 2}{1} \\
 \left( \frac{600}{300 - 600} \right) \\
 \hline
 \frac{360000}{1} = 360000
 \end{array}
 \quad \sqrt{\quad} = \text{س}$$

نحسب ثانياً الكلفة الكلية للمخزون :

$$\begin{array}{r}
 \text{ط} \quad \text{س} \quad \text{ط} \\
 \text{الكلفة الكلية للمخزون} = \frac{(\text{ك ل})}{\text{س}} + \frac{(\text{ك ح})}{\text{م ج}} \left( \frac{\text{ط}}{\text{س}} - 1 \right) \\
 = \frac{(50)(90000)}{600} + \frac{(1)(450)}{600 - 600} \left( \frac{600}{600} - 1 \right) \\
 = 7500 + 750 = 8250 \text{ دينار}
 \end{array}$$

ويمكن احتساب الكلفة الكلية للمخزون وفق الصيغة الآتية :

$$\text{الكلفة الكلية للمخزون} = \frac{(\text{م ج} - \text{ط}) (\text{ك ح}) (\text{س})}{\quad}$$

م ج

$$\frac{(6000)(1)(450 - 600)}{600} =$$

$$= 1500 \text{ دينار .}$$

نحسب ثالثاً فترة دورة المخزون (د خ) :

$$د خ = \frac{\text{س}}{\text{ط}} = \frac{6000}{450} = 13.3 \text{ يوم .}$$

نحسب رابعاً فترة التوريد (ف) :

$$ف = \frac{\text{س}}{\text{م ج}} = \frac{6000}{600} = 10 \text{ أيام .}$$

## ٦-٨ - كمية الطلبية الاقتصادية مع الطلبيات المؤجلة :

فى هذه الفقرة سيتم تعديل فرض أو محدد آخر يتعلق بالنقص غير مسموح ، أى أن المخزون موجود لإيفاء بالطلبات ولا يحدث نفاد المخزون ولا يسمح بالطلبات المؤجلة . والطلبات المؤجلة هى الطلبات التى تظهر عندما ينخفض المخزون إلى الصفر (نفاد المخزون) ويتم تلبيتها عند استلام الطلبية الجديدة ، وهذه الحالة تحدث عندما تكون كلفة الاحتفاظ عالية : مما يجعل الاحتفاظ بالمخزون مكلفاً وإن الطلبات التى تأتى فى فترة نفاد المخزون لن نفقدها ، وإنما ستؤجل لحين استلام الطلبية الجديدة ليتم الإيفاء بها : لهذا يمكن اعتبار الطلبات المؤجلة بمثابة خزين سالب يدفع عند استلام الطلبية .

ومن جهة أخرى ، فإن نفاد المخزون يشير إلى مستوى خدمة أدنى من الحالة الأخرى التى لا يسمح فيها النفاد بالمخزون : لهذا فإن النقص المسموح لابد من أن تترافق معه كلفة النقص التى تضاف إلى كلفة الطلبية والاحتفاظ للحصول على الكلفة الكلية ، وهذه

الكلفة يمكن قبولها في النموذج الذي سنعرضه على افتراض أن كلفة الاحتفاظ بالمخزون عالية جداً : بحيث تجعل من غير الممكن قبول عدم نفاذ المخزون (أى لا نقص مسموح) ولتحديد كمية الطلبية الاقتصادية مع كمية الطلبيات المؤجلة نفرض أن :

س = كمية الطلبية .

ك ل = كلفة الطلبية .

ك ح = كلفة الاحتفاظ .

ك ن = كلفة النقص (الجزاء) بسبب الطلبية المؤجلة للوحدة الواحدة في السنة .

ف ٢ = الفترة من نفاذ المخزون وحتى استلام الطلبية اللاحقة (فترة تراكم الطلبيات المؤجلة) .

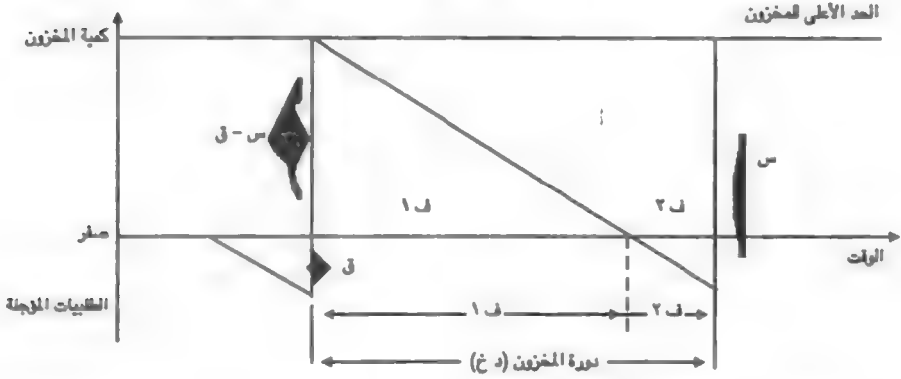
ف ١ = الفترة من استلام الطلبية حتى نفاذها (نفاذ المخزون) .

ق = مقدار أو كمية النقص (الطلبات المؤجلة) خلال الفترة (ف٢)

س - ق = المقدار المتبقى من كمية الطلبية بعد الإيفاء بالطلبات المؤجلة أو كمية النقص .

إن الشكل (٨-٤) يوضح هذا النموذج : حيث إن هذا النموذج يقوم على تراكم الطلبيات المؤجلة بعد نفاذ المخزون حتى تصل إلى أدنى نقطة لها عند الكمية (ق) ، وهذه الكمية تمثل مجموع الطلبيات المؤجلة (يمكن أن نسميه المخزون السالب والذي يحدث في حالة نفاذ المخزون) التي يجب الإيفاء بها عند استلام الطلبية اللاحقة ، والتي تتكون خلال الفترة (ف٢) ، ويكون مستوى المخزون الأعلى في هذه الحالة مساوياً لكمية الطلبية مطروحاً منها مقدار الطلبيات المؤجلة (ق) ، ومتوسط المخزون (م خ) خلال دورة المخزون (الطلبية) المكونة من (ف١ + ف٢) ، يمكن التعبير عنه بالصيغة الآتية :

الشكل رقم (٤-٨) : كمية الطلبية الاقتصادية في حالة الطلبيات المؤجلة



$$\frac{1}{2} (س - ق) ١ ف = \frac{1}{2} (١ ف + ٢ ف) (س - ق) \quad (١٤-٨)$$

وحيث إن دورة المخزون (١ف+٢ف) تساوى كمية الطلبية على معدل الطلب ، أى (س\ط) ، وحيث إن (١ف) تساوى (س - ق) \ط ؛ لذا فإن متوسط المخزون (م خ) فى المعادلة (١٤-٨) يمكن أن يصبح بالتعويض :

$$\frac{1}{2} (س - ق) \frac{1}{\tau} = \frac{(س - ق) \frac{1}{\tau}}{2} \times \frac{س}{\tau}$$

ويمكن اختصار المعادلة إلى :

$$\frac{1}{2} (س - ق) \frac{1}{\tau} = \frac{س}{\tau} \quad (١٥-٨)$$

وبنفس الطريقة يمكن التوصل إلى متوسط النقص (م ن) خلال الفترة (ف١ + ف٢) (وهو نفسه خلال السنة) ويمكن التعبير عنه كالآتي :

$$م ن = \frac{ق}{ف١ + ف٢} \quad (٨-١٦)$$

مرة أخرى فإن دورة المخزون (الطلبية) ، أى (ف١ + ف٢) تساوى (س\ط) ، وحيث إن (ف٢) تساوى (ق\ط) : لذا فإن متوسط النقص (م ن) بالتعويض والاختصار يصبح :

$$م ن = \frac{ق}{س} \quad (٨-١٧)$$

إن الكلفة الكلية السنوية للمخزون فى هذا النموذج تحسب بدلالة كلفة الطلبية (ك ل) وهى نفسها ، وكلفة الاحتفاظ (ك ح) وهى أقل منها فى النموذج الأساسى ؛ لأن متوسط المخزون فى النموذج الحالى أقل ، زائداً كلفة النقص (ك ن) وبالتالي فإن الكلفة الكلية السنوية تكون :

$$\text{الكلفة الكلية للمخزون} = \text{كلفة الطلبية} + \text{كلفة الاحتفاظ} + \text{كلفة النقص} .$$

إن احتساب كلفة الاحتفاظ (ك ح) تكون بالاعتماد على متوسط المخزون الذى سبق التعبير عنه فى المعادلة (٨-١٥) ؛ لهذا يمكن التعبير عن كلفة الاحتفاظ بالمعادلة الآتية :

$$\text{كلفة الاحتفاظ الكلية} = ك ح \left\{ \frac{(س - ق)}{س} \right\} \quad (٨-١٨)$$

وعندما ينفد المخزون تظهر كلفة النقص بسبب الجزاءات المفروضة أو المبيعات الضائعة (كلفة الفرصة البديلة الضائعة أو كلفة إعادة الطلبية) ، ومع أنه ليس من السهل تقدير كلفة النقص ؛ حيث إن الطلبيات قد تؤجل ولا تفقد نهائياً إضافة إلى أنها

تشمل الخسارة في السمعة وكلفاً أخرى ، إلا أنه من جهة أخرى يمكن تقديرها من خلال الخصم الذي يمنح من يقبل بتأجيل الطلبية أو في ضوء خبرة وتقدير الإدارة ، وبفعل أن كلفة النقص الكلية تعتمد على كلفة النقص للوحدة (ك ن) وعلى متوسط المخزون (م خ) الذي سبق تحديده في المعادلة (٨-١٦) : لذا يمكن التعبير عن كلفة النقص الكلية كالآتي :

$$\text{كلفة النقص الكلية} = \text{ك ن} \left( \frac{\text{ق}^2}{\text{س}^2} \right) \quad (٨-١٩)$$

توضع الكلف الثلاث (كلفة الطلبية وكلفة الاحتفاظ وكلفة النقص) مع بعضها بصيغة الجمع : فنحصل على الكلفة الكلية السنوية للمخزون كالآتي :

$$\text{التكلفة الكلية للمخزون} = \text{ك ل} \left( \frac{\text{ط}}{\text{س}} \right) + \text{ك ح} \left( \frac{\text{ق}^2}{\text{س}^2} \right) + \text{ك ن} \left( \frac{\text{ق}^2}{\text{س}^2} \right) \quad (٨-٢٠)$$

وبدون التوسع في الاشتقاق : فإن كمية الطلبية الاقتصادية (س) وكمية الطلبيات المؤجلة المثلى (ق) (Optimal Backorder Quantity) يمكن التعبير عنهما :

$$\text{س} = \sqrt{\frac{\text{ق}^2 (\text{ط} + \text{ك ل})}{\text{ك ح} + \text{ك ن}}} \quad (٨-٢١)$$

$$\text{ق} = \text{س} \left( \frac{\text{ك ح}}{\text{ك ح} + \text{ك ن}} \right) \quad (٨-٢٢)$$

و لنأخذ مثلاً يوضح استخدام النموذج ، و لنفرض أن :

الطلب السنوي = ط = ١٥٠٠٠ وحدة .

كلفة الطلبية = ك ل = ٤٠ دينار / طلبية واحدة .

كلفة الاحتفاظ = ك ح = ٥ دينار / وحدة / سنة .

كلفة النقص = ك ن = ١٠ دينار / وحدة / سنة .

نحسب أولاً كمية الطلبية الاقتصادية (س)

$$س = \sqrt{\frac{(١٥٠٠٠) (٤٠)}{١٠ + ٥}} = \sqrt{\frac{٦٠٠٠٠٠}{١٥}} = ٢٠٠ \text{ وحدة}$$

ثم نحسب كمية الطلبيات المؤجلة المثلى (كمية النقص) (ق) :

$$ق = \frac{٥}{١٠ + ٥} ٦٠٠ = ٢٠٠ \text{ وحدة .}$$

إذن قيمة (س - ق) تساوى ٤٠٠ وحدة .

ولاحساب الكلفة الكلية السنوية للمخزون نبدأ بكلفة الطلبية :

$$\text{كلفة الطلبية الكلية} = \frac{١٥٠٠}{٦٠٠} (٤٠) = ١٠٠٠$$

ثم كلفة الاحتفاظ باستخدام المعادلة (٨-١٧) :

$$\text{كلفة الاحتفاظ الكلية} = (٥) \left[ \frac{(٢٠٠ - ٦٠٠)^2}{(٦٠٠)^2} \right] = ٦٦٦,٦٧ \text{ دينار .}$$

ثم كلفة النقص (الطلبات المؤجلة) باستخدام المعادلة (٨-١٨) :

$$\text{كلفة النقص الكلية} = ١٠ \left[ \frac{(٢٠٠)^2}{(٦٠٠)^2} \right] = ٣٣٣,٣٣ \text{ دينار .}$$

$$\text{الكلفة الكلية للمخزون} = ١٠٠٠ + ٦٦٦,٦٧ + ٣٣٣,٣٣$$

$$= ٢٠٠٠ + ١٠٠٠ = ٣٠٠٠ \text{ دينار .}$$



$$\frac{\text{ك ن}}{\left( \frac{\text{ك ح} + \text{ك ن}}{\text{ك ح} + \text{ك ن}} \right) \times (\text{ك ح}) (\text{ك د})} = \text{الكلفة الكلية للمخزون}$$
$$\frac{10}{10 + 0} \times (10000) (0) (40) \sqrt{\quad} = \text{الكلفة الكلية للمخزون} = 2000 \text{ دينار}$$
$$س = \sqrt{\frac{(٤٠)(١٥٠٠)٢}{٥}} = ٤٩٠ \text{ وحدة .}$$
$$\text{الكلفة الكلية للمخزون} = \frac{٤٩.}{٢} + \frac{١٥٠٠.}{٤٩.} = ١٢٢٥ + ١٢٢٥ = ٢٤٥٠ \text{ دينار}$$
$$\frac{\begin{array}{r} \text{ط (ك ح)} \\ \text{كن} \end{array}}{\begin{array}{r} \text{ك ح + كن} \\ \text{كل} \end{array}} \sqrt{=} =$$

$$\frac{\begin{array}{r} ١٥٠٠٠ (٥) \\ ١٠ \end{array}}{\begin{array}{r} ١٠ + ٥ \\ (٤٠) ٢ \end{array}} \sqrt{=} = ٢٥ \text{ طلبية .}$$

## ٨-٧- كمية الطلبية الاقتصادية مع خصم الكمية :

فى النموذج الأساسى لكمية الطلبية الاقتصادية لم نأخذ كلفة الشراء ولا السعر فى احتساب الكلفة الكلية للمخزون ؛ لأن السعر ثابت كما أن الطلب السنوى ثابت ؛ لهذا تكون كلفة شراء المخزون ثابتة أيضاً ، ولكن مثل هذه الافتراضات ليست هى الحالة الطبيعية فى أكثر الأحيان ؛ حيث إن أغلب منظمات الأعمال تستخدم الخصم كحافز من أجل شراء كمية أكبر ، أى العمل على زيادة الطلبية ؛ من أجل الوصول إلى الكمية التى يمنح المورد عندها الخصم .

إن نموذج كمية الطلبية الاقتصادية مع خصم الكمية يستند من الناحية المنطقية إلى احتساب كمية الطلبية المثلى فى ضوء المقارنة ما بين الكلف المختلفة لكميات الطلبية فى حالة عدم الاستفادة من الخصم والحالات الأخرى التى تتم فيها الاستفادة من أى فئة من فئات الخصم ، ومن الواضح أن خصم الكمية يؤثر على كلفة الشراء ؛ لأن الخصم يظهر فى السعر ، وعلى كلفة الاحتفاظ أيضاً ، فخصم الكمية هو عبارة عن تخفيض فى السعر يستفيد منه المورد من أجل البيع بكميات أكبر ، كما تستفيد منه الجهة المشترية لتخفض الكلفة الكلية للمخزون ، وإذا كان خصم الكمية عند استخدامه ينعكس بصيغة تخفيض فى كلفة الشراء ؛ فإنه يؤدى أيضاً إلى تخفيض كلفة الطلبيات السنوية (لأن كمية الطلبية كلما زادت أدى ذلك إلى خفض عدد الطلبيات ؛ مما يؤدى بدوره إلى خفض كلفة الطلبيات السنوية) ، وفى المقابل فإن زيادة كمية الطلبية للاستفادة من الخصم ستؤدى إلى زيادة فى كلفة الاحتفاظ ؛ لأنها ذات علاقة طردية مع كمية الطلبية ؛ لهذا يكون من الضرورى إجراء المقارنة بين الكلف الكلية للمخزون فى حالات عدم الاستفادة وحالات الاستفادة من الخصم ، وأن كمية الطلبية المثلى هى تؤدى إلى الكلفة الكلية الأدنى للمخزون والمثال رقم (٨-١) يوضح هذا النموذج وخطواته الأساسية .

### مثال (٨-١) :

تحتاج الورشة الفنية لصناعة الصفائح إلى ٦٠ لوحاً معدنياً فى الشهر . وكان المورد يمنح خصم كمية وهى كالاتى :

الكمية	السعر
٦٠-١ لوحاً	٢٢ ديناراً
١٢٠-٦١ لوحاً	٢١ ديناراً
أكثر من ١٢٠ لوحاً	٢٠ ديناراً

وكانت كلفة الطلبية (٧٠) ديناراً وكلفة الاحتفاظ (٠.٣) دينار لكل دينار مستثمر في المخزون .

المطلوب : تحديد كمية الطلبية المثلى والكلفة السنوية الكلية .

الحل : نفرض أن كمية الطلبية (س) ؛ لذا فإن مدى الكميات عند الأسعار الثلاثة هي :

عند السعر الأول (٢٢) ديناراً فإن الكمية (س١) تكون ١ س ١ ٦٠

عند السعر الثاني (٢١) ديناراً فإن الكمية (س٢) تكون ٦١ س ٢ ١٢٠

عند السعر الثالث (٢٠) ديناراً فإن الكمية (س٣) تكون ١٢١ س ٣

١ - نحسب كمية الطلبية (س) مع البدء بالسعر الأقل (عند السعر الثالث ٢٠ ديناراً) :

الطلب السنوى = ٦٠ × ١٢ = ٧٢٠ لوحاً .

$$س_٣ = \sqrt{\frac{(٧٢٠)(٢٠)}{٢٠ \times ٠.٣}} = ٨٤.٨ = ٨٥ \text{ لوحاً} .$$

هذه الكمية غير مجدية ؛ لأنها لا تقع ضمن المدى الذى يمكن الحصول فيه على سعر الخصم (٢٠) ديناراً ، وحيث إن س٣ × ١٢١ لوحاً ؛ لهذا نأخذ السعر اللاحق (٢١) ونحسب كمية الطلبية :

$$س_٢ = \sqrt{\frac{(٧٢٠)(٢١)}{٢١ \times ٠.٣}} = ٨٢.٨ = ٨٣ \text{ لوحاً} .$$

وهذه الكمية مجدية ؛ لأنها تقع ضمن مدى الكمية لسعر الخصم الثانى (٢١) ديناراً من ١٢٠-٦١ لوحاً .

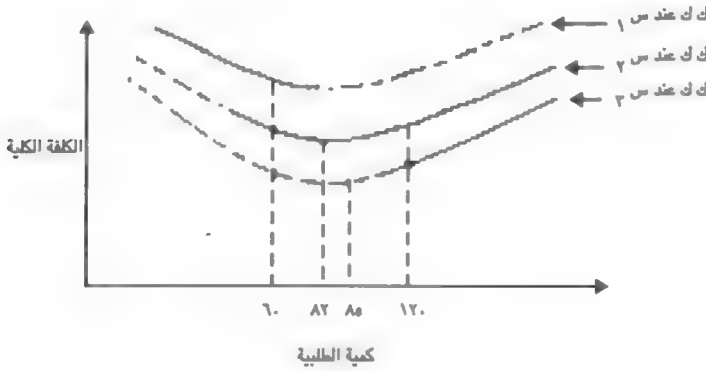
٢ - نحسب الكلفة الكلية عند كمية الطلبية (٨٣) لوحاً ، ومن ثم مقارنتها بالكلفة الكلية لكمية الطلبية الأدنى الضرورية للحصول على سعر الخصم الأدنى (٢٠) ديناراً :

$$\begin{aligned} \text{ك ك عند س} ٢ &= (٢١ \times ٧٢٠) + (٣٠) \frac{٧٢٠}{٨٣} + (٢١ \times ٠,٣) \frac{٨٣}{٢} \\ &= ١٥١٢٠ + ٢٦٠,٢ + ٢٦١,٥ = ١٥٦٤١,٧ \text{ دينار .} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ك ك عند س} ٣ &= (٢٠ \times ٧٢٠) + (٣٠) \frac{٧٢٠}{١٢١} + (٢٠ \times ٠,٣) \frac{١٢١}{٢} \\ &= ١٤٤٠٠ + ١٧٨,٥ + ٣٦٠ = ١٤٩٣٨,٥ \text{ دينار .} \end{aligned}$$

يلاحظ أن الكلفة الكلية عند كمية الطلبية (س٢) هي أكبر من الكلفة الكلية عند (س٣) ، حيث سعر الخصم الأدنى (٢٠) ديناراً : لهذا فإن كمية الطلبية المثلى هي (١٢١) والكلفة الكلية هي ١٤٩٣٨,٥ دينار .

٣ - نرسم بياناً الكلفة الكلية وكميات الطلبية عند سعر الخصم في الحالات الثلاث .



من خلال هذا المثال يمكن توصيف خطوات نموذج كمية الطلبية الاقتصادية مع الخصم وهي كالآتي :

١ - احتساب كمية الطلبية الاقتصادية عند سعر الخصم الأقل ، فإذا كانت هذه الكمية عند مدى الكميات المشمولة بسعر الخصم : فإنها في هذه الحالة تعتبر كمية

الطلبية المجدية ، أما إذا كانت خارج هذا المدى فإنها تكون غير مجدية لعدم إمكانية الحصول بها على سعر الخصم الأقل ؛ لهذا نأخذ سعر الخصم اللاحق ونحسب كمية الطلبية الاقتصادية ، فإذا كانت غير مجدية أيضاً نأخذ سعر الخصم اللاحق . أما إذا كانت الكمية مجدية ، أى ضمن مدى الكميات المشمولة بسعر الخصم ؛ فإنها تكون فى هذه الحالة هى كمية الطلبية المجدية .

٢- احتساب الكلفة عند كمية الطلبية المجدية التى تم التوصل إليها فى الخطوة الأولى ، ومن ثم نحسب الكلفة الكلية لكمية الطلبية الأدنى التى تحصل على سعر الخصم الأقل . بعدئذ نقارن الكلفتين فإذا كانت الكلفة عند كمية الطلبية المجدية هى الأقل تكون هذه الكمية هى كمية الطلبية المثلى . أما إذا كانت الكلفة الكلية عند الكمية الأدنى التى تحصل على سعر الخصم الأقل هى الأقل ؛ فإنها تكون هى كمية الطلبية المثلى .

٣- القيام بالرسم البياني لمنحنيات الكلف الكلية مع ملاحظة أن المنحنيات لا تتقطع ؛ لأن أمداء الكمية لا تتداخل ، وسيكون هناك منحنى واحد من المنحنيات له كمية طلبية اقتصادية تقع ضمن مدى الكميات المجدى ، وقد تكون هذه الكمية هى المجدية أو لا تكون كما أوضحنا فى الخطوة الثانية .

## ٨-٨- تحليل الحساسية :

إن نموذج كمية الطلبية الاقتصادية (EOQ) يمثل وصفاً منطقياً للعلاقات بين معالم القرار وهى الطلب ، كلفة الطلبية ، كلفة الاحتفاظ ، وكمية الطلبية ، والعوامل الثلاثة الأولى عادة ما يتم تقديرها على أساس الخبرة ، وفى أحسن الأحوال على أساس البيانات التاريخية (تجربة الماضى) ؛ مما يجعلها عرضة للخطأ ، وبالتالي التأثير فى كمية الطلبية الاقتصادية والكلفة الكلية للمخزون ، وتحليل الحساسية يتناول تأثير الخطأ أو التغير فى معالم القرار على الكلفة الكلية المحسوبة على أساس كمية الطلبية الاقتصادية باستخدام القيم القديمة (المتضمنة للخطأ أو التقدير السابق على التغير) .

يلاحظ على الكلفة الكلية للمخزون التي تحسب على أساس هذا النموذج أنها غير حساسة للتغيرات أو الأخطاء الحاصلة في التقدير ، فمثلاً كمية الطلبية الاقتصادية التي تتغير بأقل من ( - ٢٠٪ ) إلى ( + ٢٠٪ ) عن القيمة الحقيقية يكون مدى التغير في الكلفة الكلية في حدود ( + ٥٪ ) ، وهذا يعنى أن خطأ مقداره ( ١٠٠٪ ) في كلف الطلبية أو الاحتفاظ سيكون تأثيره في أسوأ الأحوال محدوداً ، ( ٢٥٪ ) زيادة في كلفة المخزون ، وهذا يعود إلى طريقة احتساب الكمية الاقتصادية للطلبية حيث الأخطاء يخفض بعضها البعض الآخر ، أى أن الزيادة في كلفة الاحتفاظ (بفعل تصحيح الخطأ أو التقدير) ستؤثر على كمية الطلبية الاقتصادية وتخفيضها ، وانخفاض الكمية سيؤدى بدوره إلى زيادة الكلفة الكلية للطلبات وانخفاض الكلفة الكلية للاحتفاظ . والواقع أن هذا هو التخفيف الأول للأخطاء الحاصلة في التقدير ، فى حين يمثل أخذ الجذر التربيعى فى النموذج والذي يقلل من تأثير خطأ التخفيف الثانى .

ولتوضيح ذلك لنفرض أن تقديرات مدير المخازن كانت كالتأتى :

الطلب السنوى = ط = ٤٠٠ وحدة .

كلفة الطلبية = ك ل = ٢٥ دينار / طلبية .

كلفة الاحتفاظ = ك ح = ٢ دينار/ وحدة / سنة .

إذن

$$س = \sqrt{\frac{٢ (٤٠٠) (٢٥)}{٢}} = ١٠٠ \text{ وحدة .}$$

$$\text{الكلفة الكلية للمخزون} = \frac{٤٠٠}{١٠٠} (٢٥) + (٢) \frac{١٠٠}{٢} = ١٠٠ \text{ دينار .}$$

لنفرض أن مدير المخازن أخطأ فى حساب (س) ، وبدلاً من أن يضع الطلبية بمقدار (١٠٠) وحدة وضعها فى الحالة الأولى (١٢٥) وحدة ، وفى الحالة الثانية (١٥٠) وحدة لنلاحظ تأثير ذلك على الكلفة الكلية (ك ل) :

$$\text{الكلفة الكلية عند (١٢٥) وحدة} = \frac{١٢٥}{٢} + (٢٥) \frac{٤٠٠}{١٢٥}$$

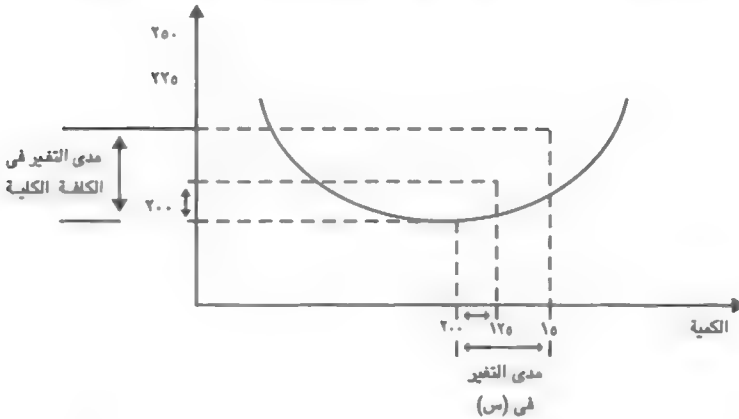
$$= ١٢٥ + ٨٠ = ٢٠٥ \text{ دنانير .}$$

$$\text{الكلفة الكلية عند (١٥٠) وحدة} = \frac{١٥٠}{٢} + (٢٥) \frac{٤٠٠}{١٥٠}$$

$$= ١٥٠ + ٦٦.٦٧ = ٢١٦.٦٧ \text{ دينار .}$$

يلاحظ أن التغير في كمية الطلبية (س) كان بنسبة (٢٥٪) في الحالة الأولى ، إلا أنه لم يؤدِّ إلا إلى تغير بنسبة (٥.٢٪) في الكلفة الكلية ، وأن التغير في (س) بنسبة (٥٠٪) لم يؤدِّ إلا إلى التغير في الكلفة الكلية بنسبة (٨.٥٪) ، أي أن هناك مدى أكبر للخطأ وعدم دقة التقدير لكمية الطلبية : لأن تأثيره على الكلفة الكلية سيكون محدوداً ، والشكل رقم (٨-٥) يوضح العلاقة بين التغير في الكمية من (١٠٠) إلى (١٢٥) و (١٥٠) وحدة وما يقابله من تغير في الكلفة الكلية .

الشكل رقم (٨-٥) : مدى الكلفة الكلية وكمية الطلبية في النموذج



ومن أجل تحديد تأثير الخطأ على الكلفة الكلية : لنفرض أن (J) تمثل نسبة القيمة الأولى (مع الخطأ أو عدم الدقة بالتقدير) إلى القيمة الحقيقية أو الصحيحة : لذا فإن الكلفة الكلية (في حالة الخطأ) تكون :

$$\text{الكلفة الكلية (عند الخطأ)} = \frac{\text{الكلفة الكلية الصحيحة}}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{J}} + \sqrt{J} \right) - (23-8)$$

والمثال (٢-٨) يوضح تطبيق هذه الطريقة .

مثال (٢-٨) :

مستشفى يحتاج إلى (١٠) آلاف عبوة من عقار معين في السنة ، وكان الطلب متمثلاً ، وكلفة الطلبية (٢٠٠) دينار بغض النظر عن كمية الطلبية ، وكلفة الاحتفاظ (٠.٢) دينار لكل دينار واحد من متوسط المخزون ، وكانت كلفة الوحدة (٥) دينارات ، وأن النقص غير مسموح في المستشفى .

وبعد إجراء الحسابات على كمية الطلبية الاقتصادية وجد أن كلفة الاحتفاظ الصحيحة هي (٠.٣٠) دينار لكل دينار من قيمة المخزون بدلاً من (٠.٢) دينار كما في التقدير الأصلي .

م : تحديد الكلفة الكلية في الحالتين وتحديد حساسية الكلفة الكلية للخطأ في تقدير كلفة الاحتفاظ .

الحل : لابد من ملاحظة أن كلفة الاحتفاظ في هذه الحالة تتمثل في (٠.٢ × ٥ دينار سعر الوحدة) والآن نحسب (س) :

$$س \text{ (عند التقدير الصحيح } ٠.٣) = \frac{2(1000)(200)}{(5) \cdot 0.3} \sqrt{\quad} = 1633 \text{ وحدة .}$$

$$\text{الكلفة الكلية عند (س = 1633)} = (200) \frac{1000}{1633} + (5 \times 0.3) \frac{1633}{2} = 2449.49 \text{ دينار .}$$



بعدئذ نحسب (س) عند التقدير الأصلي (٠,٢) :

$$س = \sqrt{\frac{(٢٠٠)(١٠٠٠)}{(٥)٠,٢}} = ٢٠٠٠ \text{ وحدة .}$$

نحسب الكلفة الكلية عند التقدير الصحيح (٠,٣) وعند الكمية غير الصحيحة (س = ٢٠٠٠)

$$\text{الكلفة الكلية} = \frac{١٠٠٠}{٢٠٠٠} (٢٠٠) + \frac{٢٠٠٠}{٢} (٥ \times ٠,٣) = ٢٥٠٠ \text{ دينار .}$$

وهذه يمكن احتسابها أيضاً باستخدام المعادلة (٨-٧) حيث  $ل = ٠,٣ \setminus ٠,٢ = ١,٥$

$$\text{الكلفة الكلية} = \frac{٢٤٤٩,٤٩}{٢} \left( \frac{١}{\sqrt{١,٥}} + \sqrt{١,٥} \right) = ٢٥٠٠ \text{ دينار .}$$

إذن ، إن خطأ بنسبة (٥٠٪) في كلفة الاحتفاظ أنتج زيادة في الكلفة الكلية (٢٠,٦٪)

$$\text{حيث } \left( \frac{٢٤٤٩,٤٩ - ٢٥٠٠}{٢٤٤٩,٤٩} \times ١٠٠ = ٢٠,٦ \right) \%$$

## ٨-٩- النماذج الاحتمالية :

في النماذج المؤكدة التي سبق عرضها فإن جميع معالم مسألة المخزون معلومة وبتأكد كامل ؛ لهذا فإن تحديد كمية الطلبية الاقتصادية ، أو أية كمية أخرى تمكن من تحديد كلفة المخزون الكلية عندها بدقة ، ولأن الطلب ومعدل الطلب ثابتان ، ولأن فترة التوريد تكون ثابتة ومحددة - فإن نقطة إعادة الطلب تكون محددة أيضاً بما يضمن السيطرة على المخزون دون الحاجة إلى مخزون الأمان ، ولكن هذه الحالة ليست دائماً هي السائدة في منظمات الأعمال ، بل إن العكس في أكثر الأحيان هو الصحيح ، أي أن الطلب ومعدل الطلب غير ثابتين ويتغيران بشكل احتمالي ، أي على أساس

التوزيعات الاحتمالية المستمرة أو المنفصلة ؛ فالطلب السنوى يعتمد على التنبؤ وفى ظروف السوق المتغيرة ؛ ولهذا فإن التنبؤ يتسم بعدم التأكد ، أى أن يكون هناك طلب عالٍ غير متوقع يؤدي إلى نفاد المخزون ، كما أن حدوث تأخيرات غير متوقعة فى فترة التوريد يؤدي إلى نفاد المخزون أيضاً . والواقع أن نفاد المخزون يحمل مخاطرة واضحة تتمثل فى التبعات الضائعة ، أى وجود طلبيات (فرصة بديلة للربح) لا يمكن تلبيتها إضافة إلى التأثير السلبي على السمعة والشعور الودى للزبائن إزاء المنظمة إضافة إلى ما يمكن تحمله من كلفة إضافية كجزاءات بسبب تأخير الطلبيات .

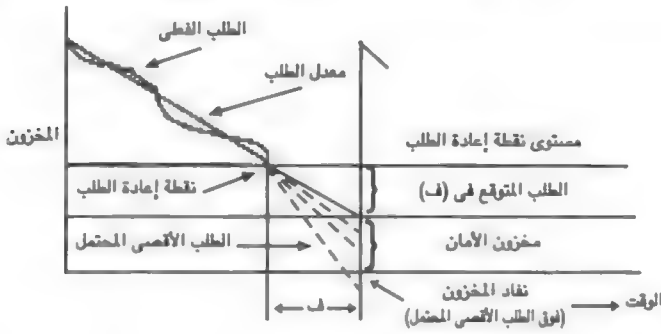
ومن أجل الحد من المخاطرة (حيث لا يمكن أبداً إزالة هذه المخاطرة وفق حسابات اقتصادية مقبولة) ؛ فيمكن اللجوء إلى الاحتفاظ بمخزون الأمان أو الاحتياطي ، وهذا المخزون يؤدي إلى تحمل كلف إضافية هي كلفة الاحتفاظ به ؛ لهذا يكون أمام إدارة المخزون إجراء عملية الموازنة بين كلا النوعين من الكلف ؛ حيث إن كلا النوعين يتحركان باتجاهين متعاكسين فعند زيادة مستوى المخزون تزداد كلف الاحتفاظ به ، بينما تنخفض كلف نفاد المخزون ، وبالتالي فإن مستوى المخزون الأمثل هو الذى يقود إلى الحد الأدنى من مجموع كلف الاحتفاظ بمخزون الأمان وكلف نفاد المخزون .

ومن جهة أخرى فإن نماذج كمية الطلبية الاقتصادية (EOQ Models) تساعد على تحديد كمية الطلبية ، وبالتالي الإجابة عن السؤال : كم يطلب ؟ ولكنها لا تجيب عن السؤال الأساسى الآخر الذى هو : متى يطلب ؟ وهذا ما تجيب عنه النماذج التى تهتم بتحديد نقطة إعادة الطلب بشكل كمى ، ومع أن النماذج المؤكدة تحدد هذه النقطة بسهولة بضرب معدل الطلب الثابت بفترة التوريد الثابتة ، إلا أن النماذج الاحتمالية تعالج حالات التغير فى الطلب وفترة التوريد عند تحديد نقطة إعادة الطلب ، كما يستخدم فيها مخزون الأمان لمواجهة مخاطرة نفاد المخزون (وهذا النوع من المخزون لا يستخدم فى النماذج المؤكدة) ومستوى الخدمة المرغوب .

إن مخزون الأمان الذى يتم الاحتفاظ به وظيفته هى مواجهة موجات الطلب المفاجئة التى تستنزف المخزون بسرعة ؛ لهذا فهو يمثل نوعاً من الضمان من أجل استقرار

الطلب من جهة واستقرار مستوى الخدمة التي تسعى إدارة المخزون إلى الالتزام به من جهة أخرى ، ومن الواضح أنه كلما قلت التغيرات في الطلب قلت الحاجة إلى مخزون الأمان ؛ لأن مخاطرة نفاد المخزون تنخفض . كما أنه كلما زاد مخزون الأمان اتسع مدى التغير الذي يستطيع معالجته بواسطة هذا المخزون والشكل (٨-٦) يوضح أن مخزون الأمان يمكن من مواجهة التغير من مستوى الطلب الاعتيادي إلى مستوى الطلب الأقصى المحتمل (الذي يمكن أن يحدث عند موجة طلب عالٍ فيكون مخزون الأمان بمثابة مخفف الصدمات لضمان مستوى الخدمة المرغوب ، في حين يظهر نفاد المخزون عندما يتخطى الطلب مخزون الأمان .

الشكل رقم (٨-٦) : مخزون الأمان لاحتواء التغير في الطلب في فترة التوريد



إن تحديد كمية مخزون الأمان يعتمد على معرفة التوزيع الاحتمالي للطلب خلال فترة التوريد ، ونقول فترة التوريد ؛ وذلك لأن إمكانية نفاد المخزون توجد فقط في فترة التوريد ، ففي الشكل أعلاه عندما يكون المخزون أعلى من نقطة إعادة الطلب لا توجد مخاطرة من نفاد المخزون ، وما أن تصل كمية المخزون إلى نقطة إعادة الطلب وهي بداية فترة التوريد حتى يتم وضع الطلبية لتبدأ عند هذه النقطة إمكانية نفاد المخزون عند موجة الطلب العالي أو عند تأخر استلام الطلبية .

وتحسب نقطة إعادة الطلب (ن أ ط) في حالة تغير الطلب كالآتي :

$$\text{ن أ ط} = \text{الطلب المتوقع خلال فترة التوريد} + \text{مخزون الأمان} .$$

إن التغير في معدل الطلب في فترة التوريد يمكن أن يكون موصوفاً وبشكل ملائم من خلال التوزيع الطبيعي . وبشكل عام فإن نماذج نقطة إعادة الطلب تعتمد على التوزيعات الطبيعية ، وإن هذه النماذج تقدم نقاط إعادة الطلب التقريبية حتى عندما تبعد التوزيعات الفعلية عن التوزيع الطبيعي : وإن معدل الطلب في فترة التوريد في مد التوزيع الطبيعي يكون متمركزاً حول متوسط الطلب في هذه الفترة ، والشكل رقم (٨-٧) يوضح ذلك ، فإذا فرضنا أن متوسط الطلب اليومي (ط) ومتوسط فترة التوريد : (ف) فإن متوسط المخزون في فترة التوريد هو (ط ف) ، ونقطة إعادة الطلب (ن أ ط) تكون مساوية لمتوسط الطلب في فترة التوريد (ط ف) ، وفي هذه الحالة فإن المخزون الموجود عند وقت استلام الطلبية سيكون (صفرأ) بالمتوسط : لهذا فإنه سيكون في نصف الفترة أكبر من صفر ، وفي النصف الآخر سيكون أقل من صفر ، أى سيكون هناك نقص أو نفاد المخزون (طلبات مؤجلة) ، وحيث إن (٥٠٪) كفرصة لنفاد المخزون نسبة عالية نسبياً : لهذا يستخدم مخزون الأمان .

إن تأثير مخزون الأمان (خ أ) يظهر في الشكل السابق رقم (٨-٦) كمخفف صدمات يوفر حماية مضافة ضد نفاد المخزون في فترة التوريد خاصة ، وأن معدل الطلب متغير واحتمال ظهور الطلب الأقصى وارد : لهذا فإننا نعيد كتابة معادلة احتساب نقطة إعادة الطلب كالآتي :

$$ن أ ط = ط ف + خ أ \quad (٨-٢٤)$$

فإذا فرضنا أن معدل الطلب اليومي (٢٠٠) وحدة ومتوسط فترة التوريد (٥) أيام ومخزون الأمان (٣٠٠) وحدة : فإن متوسط الطلب في فترة التوريد (ط ف) =  $٢٠٠ \times ٥ = ١٠٠٠$  وحدة) وإن نقطة إعادة الطلب :

$$ن أ ط = ٣٠٠ + ١٠٠٠ = ١٣٠٠ \text{ وحدة .}$$

من الضروري ملاحظة أنه في حالة الطلب السنوي غير المؤكد ، أى أن (ط) مجهولة : فمن الممكن استخدام متوسط الطلب السنوي في احتساب كمية الطلبية الاقتصادية (س) ، وفي هذه الحالة فإن (ط) المستخدمة في نموذج كمية الطلبية الاقتصادية ستمثل متوسط الطلب السنوي الذي يمكن الحصول عليه من البيانات التاريخية السابقة في الشركة .

## ٨-١٠ - حالات التغير في الطلب وفترة التوريد :

فى النماذج المؤكدة كان معدل الطلب (ط) وفترة التوريد(ف) ثابتين ؛ لهذا كانت نقطة إعادة الطلب (ن أ ط) ثابتة ومؤكدة على أساس بيانات محددة ومعلومة ، وبالتالي لم تكن هناك حاجة إلى مخزون الأمان لعدم وجود مخاطرة نفاد المخزون ، ولكن فى الحالات التى سنعرض لها فى هذه الفقرة سيكون هناك تغير فى الطلب أو فى فترة التوريد أو فى كليهما .

### أولاً : معدل الطلب المتغير وفترة التوريد الثابتة :

إن معالجة التغير فى الطلب ينبغى أن تتم فى فترة التوريد ؛ لأن إمكانية نفاد المخزون تكون فى هذه الفترة ؛ حيث إن الطلب فيها يتكون من سلسلة من الطلبات اليومية المستقلة التى يمكن وصفها من خلال التوزيع الطبيعى ، وبهدف استخدام نموذج نقطة إعادة الطلب فى هذه الحالة يكون من الضرورى معرفة معدل الطلب اليومى (أو الدورى) وانحرافه المعيارى فى فترة التوريد ؛ فإذا كان متوسط الطلب اليومى هو (٧) وحدات وفترة التوريد هى (١٠) أيام ، عندئذ فإن الطلب الكلى المتوقع فى هذه الفترة هو (٧٠) وحدة وسنفرض أن كمية الطلب الكلى خلال فترة التوريد تميل لأن تتوزع توزيعاً طبيعياً ولها تباين مساوٍ لمجموع التباينات اليومية ، فإذا كان التباين اليومى يساوى (٤) حيث التباين هو تربيع الانحراف المعيارى ، والانحراف المعيارى هو الجذر التربيعى لمربع انحرافات الطلب اليومى عن متوسطه على عدد فترات الطلب ناقص واحد) ؛ لهذا فإن التباين الكلى لفترة التوريد هو  $(٤ \times ١٠ = ٤٠)$  عندئذ يكون الانحراف المعيارى (وهو الجذر التربيعى للتباين) هو  $(٦.٣٢)$  ، مع ملاحظة أن هـ يفرض أن الطلبات اليومية مستقلة عن بعضها البعض .

فى هذه الحالة فإن نقطة إعادة الطلب (كما سبقت الإشارة إلى ذلك) تكون :

$$ن أ ط = ط ف + خ أ$$

هذه يمكن التعبير عنها بالمعادلة الآتية :

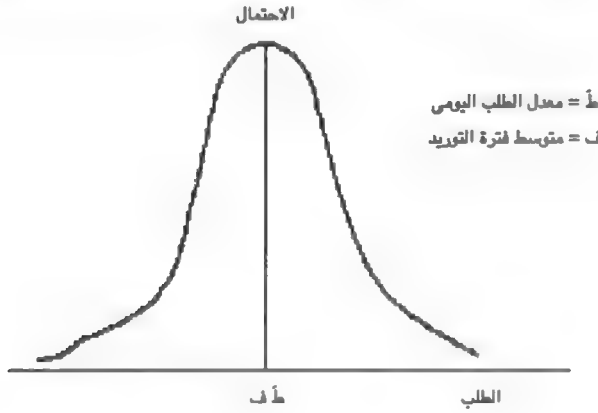
$$ن أ ط = ط ف + م \sqrt{ف} (ع ط)$$

حيث إن  $\mu$  = معدل الطلب اليومي ،  $\sigma$  = فترة التوريد (ثابتة في هذه الحالة) ،  
 $\mu$  = القيمة القياسية للإحداثى السينى أو المسافة بين المتوسط ونقطة إعادة الطلب  
 وتوضح بوحدات انحراف معيارى .

$\sigma$  = الانحراف المعيارى لمعدل الطلب ( $\mu$ ) .

$\sigma/\mu$  =  $\sigma$  ( $\mu$ ) = مخزون الأمان . والشكل رقم (٧-٨) يوضح توزيع الطلب في فترة التوريد .

### الشكل رقم (٧-٨) : يوضح توزيع الطلب في فترة التوريد



إن الاحتفاظ بمخزون الأمان بقدر ما يوفر حماية إضافية ضد نفاد المخزون ، وما يترافق مع هذا النفاد من كلف تتمثل في المبيعات الضائعة والتأثير السلبي على السمعة ؛ فإنه من جانب آخر يمثل كلفة احتفاظ إضافية ، وإذا كان نموذج كمية الطلبية الاقتصادية يساعد على التوصل إلى كمية المخزون المثلى بالكلفة الكلية الأدنى ؛ فإن التعامل مع مخزون الأمان ينبغي أن يخضع لنفس القواعد ، وبالتالي فإن إدارة المخزون معنية بدراسة كلفة الاحتفاظ بمخزون الأمان مقابل التخفيض في مخاطرة نفاد المخزون ، وبالتالي تحديد مستوى الخدمة الذى سوف تعتمد فى الإيفاء بالطلب ،

أى أنه إذا كانت مخاطرة نفاد المخزون تمثل احتمال (كنسبة) عدم إيفاء المخزون بالطلب : فإن مستوى الخدمة هو الحالة المقابلة ، أى أنه يمثل احتمال (كنسبة) إيفاء المخزون بالطلب : لهذا يمكن تحديد مستوى الخدمة بنسبة عدد الوحدات المستلمة من قبل الزبائن إلى عدد الوحدات المطلوبة من قبلهم ، فإذا كان عدد الوحدات المطلوبة خلال الفترة (سنة مثلاً) (٢٠٠) وحدة ، وحالة المخزون سمحت بإيفاء (١٩٠) وحدة منها : عندئذ فإن مستوى الخدمة (م خ) سيكون  $(١٩٠ \setminus ٢٠٠ = ٠.٩٥$  أو  $٩٥\%)$  ، وهذا يعنى فى هذه الحالة أن مخاطرة نفاد المخزون تساوى (٥٠ أو  $٥\%$ ) ويمكن التعبير عن العلاقة بين مستوى الخدمة (م خ) ومخاطرة نفاد المخزون (م ن خ) كالآتى :

$$م خ = ١ - م ن خ (\%) \quad \dots\dots\dots (٨-٢٦)$$

لهذا فإن اعتماد مستوى خدمة عالٍ يؤدي إلى انخفاض وتقليص مخاطرة النفاد ، إلا أنه فى الوقت نفسه يؤدي إلى زيادة كلفة الاحتفاظ بمخزون الأمان : لهذا فإن اختيار احتمال مستوى الخدمة (١) ، أى (١٠٠٪) سيكون مكلفاً جداً : مما يتطلب تحديد مستوى ملائم للخدمة على أساس المقارنة ، وكذلك التحليل الحدى للكلف ، أى كلف مخزون الأمان ونفاد المخزون .

#### مثال (٨-٣) :

ورشة لتصليح الأجهزة المنزلية تستهلك نوعاً من قطع الغيار بمعدل يومى (٢٠) وحدة ، وكانت فترة التوريد (٦) أيام ، وقد كان الاستهلاك فيها موزعاً توزيعاً طبيعياً ، وتعتمد الورشة مستوى خدمة لا تقل عن (٩٥٪) ، وكان الانحراف المعيارى لتوزيع الاستهلاك (٣.٥) وحدة .

المطلوب : أ - تحديد نقطة إعادة الطلب ومخزون الأمان عند تلك النقطة .

ب - ما هو احتمال مخاطرة نفاد المخزون عند نقطة إعادة الطلب (١٣٨) وحدة

الحل : أ - مستوى الخدمة = م خ =  $(٩٥\%)$  .

نستخرج قيمة (م) من الملحق (أ) حيث  $م = ١,٦٥$

$$ن أ ط = ٢٠ + (٦) ١,٦٥ + (٣,٥) \sqrt{٦}$$

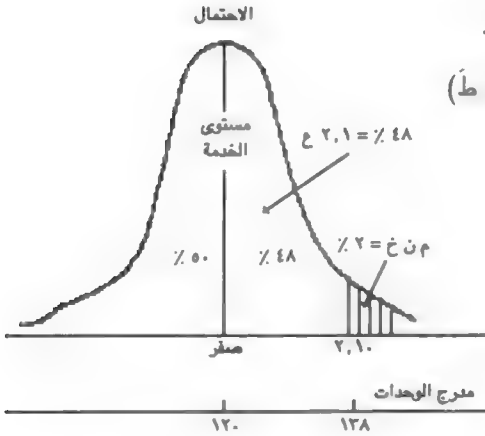
$$= ١٢٠ + ١٤,١ = ١٣٤,١ \times ١٣٤ \text{ وحدة}$$

مخزون الأمان = خ أ = ١٤ وحدة .

$$ب - ن أ ط = ط ف + م \sqrt{ف (ع ط)}$$

$$\frac{ن أ ط - ط ف}{\sqrt{ف (ع ط)}} = م$$

$$م = \frac{(٦) ٢٠ - ١٣٨}{(٣,٥) \sqrt{٦}} = ٢,١٠$$



يلاحظ أن مخزون الأمان كالمطلوب في فترة التوريد باحتمال ٩٨٪ وأن  
الطلب > مخزون الأمان في نفس الفترة باحتمال ٢٪

يمكن التوصل إلى مستوى الخدمة المناظر لقيمة (م = ٢,١٠) من الملحق (أ) أي أن :  
مستوى الخدمة = ٩٨,٠٠ .

مخاطرة نفاد المخزون = ١ - مستوى الخدمة

$$= ١ - ٩٨,٠٠ = ٠,٠٢ \text{ أو } (٢\%) \text{ (انظر الشكل المرافق)}$$

يلاحظ أن قيمة أعلى من (م) تعني نقطة إعادة الطلب عالية ومستوى الخدمة عالٍ أيضاً .

**ثانياً : معدل الطلب الثابت وفترة التوريد المتغيرة :**

في هذه الحالة يكون معدل الطلب ثابتاً (معلوماً) إلا أن فترة التوريد تكون متغيرة ،  
ولهذا يعتبر النموذج احتمالياً ، وفي هذا النموذج يفترض أن فترات التوريد موزعة



توزيعاً طبيعياً وكذلك الطلب المتوقع خلال هذه الفترات ، إلا أن تباينه لا يكون مجموع التباينات كما فى النموذج السابق ؛ وذلك لأن فترة التوريد فى أية دورة ستكون رقماً واحداً بدلاً من سلسلة من الأرقام .

وفى هذه الحالة ، فإن الانحراف المعيارى يكون مساوياً لـ (ط ع ف) أى للطلب فى فترة التوريد ، كما أن الطلب المتوقع سيمثل (ط ف) حيث (ط) تمثل معدل الطلب الثابت و(ف) تمثل فترة التوريد المتوسطة ، وإن نقطة إعادة الطلب (ن أ ط) ستكون :

$$ن أ ط = ط ف + م (ط ع ف) \dots\dots\dots (٢٧-٨)$$

$$خ أ م (ط ع ف)$$

ولتوضيح استخدام النموذج لنفرض أن :

الطلب اليومى (ثابت) = ط = ٣٠ وحدة .

فترة التوريد المتوسطة = ف = ٥ أيام .

الانحراف المعيارى لفترة التوريد = ع ف = يوم واحد .

ما هى نقطة إعادة الطلب ، وما هو حجم مخزون الأمان عند مستوى الخدمة (٩٦٪) ؟

لا بد أولاً أن نستخرج قيمة (م) عند مستوى الخدمة (٩٦٪) من الملحق (أ) . وبالرجوع إلى الجدول والبحث عن قيمة (٠.٩٦) : فنجد أن هناك قيمتين قريبتين هما (٠.٩٥٩٩) و(٠.٩٦٠٨) ، وحيث إن القيمة الأولى هى الأقرب إلى (٩٦٪) : لهذا نقوم بتحديد ما ؛ لنجد أنها تقابل أفقياً فى العمود الأول قيمة (١.٧) ورأسياً فى الصف الأعلى قيمة (٠.٠٥) فتكون قيمة (م) هى (١.٧٥) ، إذن :

$$ن أ ط = ط (٥) + ١.٧٥ (١ \times ٣٠)$$

$$= ١٥٠ + ٥٢.٥ = ٢٠٢.٥ \times ٢٠.٢ \text{ وحدات .}$$

$$خ أ م = ٥٢.٥ - ٥٣ \text{ وحدة .}$$

والمثال (٨-٤) يوضح تطبيقاً آخر لهذا النموذج .

مثال (٨-٤) :

تحتاج شركة إلى مادة واحدة وبمعدل طلب يومي مقداره (٥٠) وحدة ، وهي تعمل (٦) أيام فى الأسبوع طوال العام ، كلفة الطلبية الواحدة (١٥) ديناراً وكلفة الاحتفاظ بالوحدة (٢٠٪) . وكان متوسط فترة التوريد مقداره (٣) أيام والانحراف المعياري للطلب خلال فترة التوريد هو (٢) وكان الطلب وفترة التوريد يتوزعان بشكل تقريبي. وكان سعر الوحدة (٥) دنائير ومستوى الخدمة المرغوب هو (٩٠٪) .

مطلوب أ - احتساب كمية الطلبية الاقتصادية .

ب - احتساب نقطة إعادة الطلب ومخزون الأمان .

ج - تحديد مستوى الخدمة عند نقطة إعادة طلب متساوٍ (٣٠٠) وحدة .

الحل :

أ - لاحتساب كمية الطلبية الاقتصادية ينبغى إيجاد الطلب السنوى (ط) :

$$س = \sqrt{\frac{(١٥٦٠٠) (١٥) (٢)}{(٥) \cdot ٢٠}} = ٦٨٤ \text{ وحدة} .$$

$$ط = ٥٠ (٦) (٥٢) = ١٥٦٠٠ \text{ وحدة / سنة} .$$

ب - نحسب قيمة (م) عند مستوى الخدمة (٩٠٪) من الملحق (أ) . وبالنظر إلى الجدول للبحث عن القيمة (٠.٩٠) ضمن قيم الجدول ، فنجد أن هناك قيمتين قريبتين هما (٠.٩٠١٥) و (٠.٨٩٩٧) وحيث إن القيمة الأخيرة هي الأقرب إلى (٠.٩٠) فنحنها لنجد أنها تقابل أفقياً (١.٢) فى العمود الأول ، وتقابل (٠.٠٨) رأسياً : مما يعنى أن قيمة م عند مستوى الخدمة (٩٠٪) تساوى (١.٢٨) .

ومن المعادلة (٢٧-٨) نجد :

$$ن أ ط = ٥٠ (٣) + ١.٢٨ (٢ \times ٥٠) =$$

$$= ٢٨ + ١٥٠ = ٢٧٨ \text{ وحدة} .$$

$$خ أ = ١٢٨$$

$$ج - ن أ ط = ط ف + م ( ط ع ف )$$

$$ن أ ط - ط ف$$

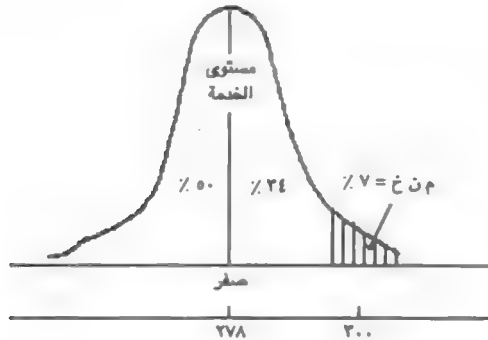
$$= م \frac{ط ع ف}{ط ع ف}$$

$$١٥٠ - ٣٠٠$$

$$١,٥ = \frac{١٥٠ - ٣٠٠}{(٢ \times ٥٠)}$$

يمكن التوصل إلى مستوى الخدمة المناظر لقيمة (م=١,٥) من الملحق (أ) : حيث نجد أن ما يقابل قيمة (م) المذكورة هي القيمة (٠,٩٣٣٢) مما يعنى أن :

مستوى الخدمة = (٩٣٪) (انظر الشكل المرافق)



يلاحظ من الشكل المرافق الذي يمثل منحنى توزيع طبيعى متوسطه يساوى صفراً ، أن المساحة تحت المنحنى تساوى واحداً صحيحاً ، يكون (٥٠٪) منها إلى يسار المتوسط و(٥٠٪) إلى يمينه ، ولأن مستوى الخدمة (٩٣٪) فإن (٥٠٪) منها إلى يسار المتوسط حيث الطلب يكون اعتيادياً فيمكن تلبية من مخزون الأمان و(٤٣٪) تكون إلى يمين المتوسط : لتظل (٧٪) تمثل مخاطرة نفاد المخزون التي يتم تحملها في حالة الطلب الأقصى في فترة التوريد .

### ثالثاً : معدل الطلب المتغير وفترة التوريد المتغيرة :

وتعتبر هذه الحالة أكثر تعقيداً : لأنها تتسم بدرجة أعلى من التغير : ولأن الطلب وفترة التوريد كليهما متغيران : لهذا فإن مخزون الأمان سيكون أكبر بالمقارنة مع الحالتين السابقتين ، حيث كان واحداً فقط هو المتغير وليس كلاهما . ولأن الطلب المتوقع هو حاصل ضرب الطلب اليومي (متغير) وفترة التوريد (متغيرة) : لهذا فإن التباين الكلى سيكون أكبر : لأنه يمثل مجموع تباينات الطلب وفترة التوريد . وكذلك الحال مع الانحراف المعياري . وسنفترض أن الطلب اليومي وفترة التوريد كليهما يتوزعان توزيعاً طبيعياً ، وعندئذ فإن الطلب الكلى أيضاً سيكون موزعاً توزيعاً طبيعياً . يمكن أن نلاحظ من النموذجين في الحالتين السابقتين أن الانحراف المعياري (ع) :

$$\text{ع الطلب} = \sqrt{\text{ف}} \quad (\text{ع ط})$$

$$\text{ع فترة التوريد} = \text{ط} \quad (\text{ع ف})$$

ويكون الانحراف المعياري لمجموع الطلب خلال فترة التوريد (ع ط - ف) :

$$\text{ع ط - ف} = \sqrt{\text{ع الطلب}^2 + \text{ع فترة التوريد}^2}$$

$$= \sqrt{[\text{ف} (\text{ع ط})^2] + [\text{ط}^2 (\text{ع ف})^2]}$$

$$= \sqrt{\text{ف}^2 \text{ع}^2 \text{ط}^2 + \text{ط}^2 \text{ع}^2 \text{ف}^2}$$

لذلك في هذه الحالة تكون نقطة إعادة الطلب (ن أ ط) هي :

$$\text{ن أ ط} = \text{ط} (\text{ف}) + \sqrt{\text{ف}^2 \text{ع}^2 \text{ط}^2 + \text{ط}^2 \text{ع}^2 \text{ف}^2}$$

حيث إن (ط ف) متوسط الطلب الكلى في فترة التوريد المتوسطة . وإن مخزون

$$\text{الأمان (خ أ)} = \sqrt{\text{ف}^2 \text{ع}^2 \text{ط}^2 + \text{ط}^2 \text{ع}^2 \text{ف}^2}$$

ويوضح المثال (٨-٥) استخدام هذا النموذج في هذه الحالة التي فيها كلا من

معدل الطلب وفترة التوريد متغيران .

مثال (٨-٥) :

إحدى شركات التجارة بالمفرد تحتاج إلى أحد المنتجات بمتوسط (٥٠٠) وحدة في الأسبوع وانحراف معياري في الأسبوع (١٠) وحدات ، ويتم التوريد في فترة متوسطها (٣) أسابيع وانحراف معياري مقداره أسبوع ، وأن الطلب وفترة التوريد تتوزعان توزيعاً طبيعياً . وكانت كلفة الطلبية (١٠٠) دينار وكلفة الاحتفاظ بالوحدة (٠,٥) دينار .

المطلوب أ - احتساب نقطة إعادة الطلب ومخزون الأمان عند مستوى الخدمة (٩٥٪) .  
ب - احتساب الكلفة الكلية للمخزون في الشركة .

الحل :

$$أ - ط = ٥٠٠ \text{ وحدة} , \quad ع ط = ١٠ \text{ وحدة / أسبوع}$$

$$ن أ ط = ط (ف) + م \quad \sqrt{ف^2 ع^2 ط + ط^2 ع^2}$$

$$(٥٠٠, ٣٠) ١,٦٥ + ١٥٠٠ = \sqrt{(١)^2 (٥٠٠)^2 + (١٠)^2} \quad ١,٦٥ + (٣) ٥٠٠ =$$

$$ف = ٣ \text{ أسابيع} , \quad ع ف = \text{أسبوع واحد} .$$

$$٢٢٢٥,٥٠ = ٨٢٥,٥٠ + ١٥٠٠ - ٢٢٢٦ \text{ وحدة} .$$

$$خ أ = ٨٢٥,٥٠ - ٨٢٦ \text{ وحدة} .$$

$$ب - \text{الطلب السنوي} = ط = ٥٠٠ (٥٢ \text{ أسبوع}) = ٢٦٠٠٠ \text{ وحدة} .$$

$$س = \sqrt{\frac{(٢٦٠٠)(١٠٠)}{٠,٥}} \leq ٢٢٢٥ \text{ وحدة} .$$

$$س + خ أ$$

في حالة وجود مخزون الأمان ؛ فإن متوسط المخزون يساوي  $(\frac{\quad}{٢})$  ، إذن :

$$ك ن = \frac{٢٦٠٠}{٢٢٢٥} + (١٠٠) \left( \frac{٨٢٦ + ٢٢٢٥}{٢} \right) (٠,٥)$$

$$= ١٠١٢,٧٥ + ٨٠٦,٢٠ =$$

$$= ١٨١٨,٩٥ \text{ دينار} .$$

## ٨-١١ - العلاقة بين نقطة إعادة الطلب وكمية الطلبية :

ثمة علاقة متبادلة بين كمية الطلبية ونقطة إعادة الطلب : حيث إن كمية الطلبية الكبيرة تؤدي إلى عدد طلبيات أقل (دورات مخزون أقل) ؛ أى تعرض أقل لنفاذ المخزون . وهكذا يكون ذلك سبباً فى تخفيض مستوى إعادة الطلب ، وبالعكس أى كلما انخفضت كمية الطلبية زادت الدورات وزاد التعرض لنفاذ المخزون ، وعلى هذا الأساس يمكن أن نحسب نفاذ المخزون المتوقع باستخدام الصيغة الآتية :

$$\text{نفاذ المخزون المتوقع فى السنة} = \text{احتمال نفاذ المخزون فى دورة واحدة} \times \text{عدد دورات المخزون فى السنة} \quad (٨-٣٠)$$

وإذا أمكن تحديد كلفة نفاذ المخزون ؛ فإن من الممكن تحديد نقطة إعادة الطلب المثلى التى تحقق الموازنة بين الكلفتين المتعاكستين : كلفة الاحتفاظ بمخزون الأمان وكلفة نفاذ المخزون . إن استخدام التحليل الحدى يساعد على تحقيق هذه الموازنة من خلال نقطة إعادة الطلب المثلى التى يمكن إيجادها بالبدا بالقيمة الأدنى للطلب المتوقع خلال فترة التوريد ، ونبدأ برفع نقطة إعادة الطلب مادامت الكلفة المضافة الناجمة عن الوحدة الإضافية التى تضاف على مخزون الأمان أقل من كلفة وحدة نفاذ المخزون والاستمرار بفى ذلك مادامت هذه الكلفة الإضافية أقل من الكلفة الحدية لنفاذ المخزون . بعبارة أخرى أن نستمر فى زيادة المخزون مادام الفرق بين الكسب الصافى من آخر وحدة مضافة وكلفتها موجباً أو متساوياً وعندها يتم التوقف ؛ لأن أية وحدة بعدها ستكون خسارة ، أى أن :

$$\text{العائد الحدى المتوقع} \leq \text{الكلفة الحدية المتوقعة}$$

$$\text{أو} \quad \text{كلفة وحدة مخزون الأمان} = \text{كلفة وحدة نفاذ المخزون (النقص)}$$

إن كلتا الكلفتين تتساويان عند نقطة إعادة الطلب المثلى ، وهى ذلك المستوى من المخزون الذى تكون عنده كلفة الاحتفاظ بوحدة إضافية مساوية لكلفة عدم الاحتفاظ بتلك الوحدة ، أو مساوية لكلفة نفاذ تلك الوحدة ، وهذا يمكن التعبير عنه بالمعادلة الآتية :

$$(٢١-٨) \quad \text{ك ح} = (١ - \text{م خ}) \frac{\text{ط}}{\text{س}}$$

حيث (ك ح) تمثل كلفة الاحتفاظ و (م خ) مستوى الخدمة ، (ط) تمثل الطلب السنوى ، (س) كمية الطلبية ، (ك ن) كلفة النفاذ ويحل المعادلة نحصل على :

$$(٢٢-٨) \quad \text{م خ} = ١ - \left( \frac{\text{س}}{\text{ك ح}} \right) \frac{\text{ط}}{\text{ك ن}}$$

ويمكن احتساب مخزون الأمان باستخدام المعادلة التالية للتوصل إلى نفس النتيجة :

$$(٢٣-٨) \quad \text{م خ} = \frac{\left( \frac{\text{ط}}{\text{ك ن}} \right) \frac{\text{ط}}{\text{س}}}{\text{ك ح} + \frac{\text{ط}}{\text{س}}}$$

لإيجاد نقطة إعادة الطلب المثلى يمكن اتباع الخطوات الآتية :

- أ - إيجاد كمية الطلبية الاقتصادية باستخدام النموذج الأساسى .
  - ب - استخدام كمية الطلبية الاقتصادية (س) لتحديد مستوى الخدمة الملائم من خلال المعادلة (٢٢-٨) .
  - ج - استخدام بيانات الطلب خلال فترة التوريد لاختيار نقطة إعادة الطلب التى تعطى مستوى الخدمة الذى تم احتسابه فى الفقرة (ب) أعلاه .
- يوضح المثال (٦-٨) استخدام نموذج نقطة إعادة الطلب المثلى .

#### مثال (٦-٨) :

لقد كان الطلب على إحدى السلع بالمتوسط (٥٠) وحدة يومياً والانحراف المعياري (١٠) ، وكان معلوماً أن الطلب موزع توزيعاً طبيعياً . وكانت فترة التوريد (١٠) أيام ، والطلب السنوى (١٢٥٠٠) وحدة وكلفة نفاد المخزون للوحدة (١٠) دينارات وكلفة الطلبية (٢٠) ديناراً وكلفة شراء الوحدة (٥٠) ديناراً وكلفة الاحتفاظ (٢٥٪) .

المطلوب : أ - تحديد كمية الطلبية الاقتصادية .

ب - ما هو مستوى الخدمة المرغوب ؟

ج - تحديد نقطة إعادة الطلب ومخزون الأمان المطلوب عند مستوى الخدمة المرغوب المحدد في (ب) .

د - ما هي الكلفة السنوية للاحتفاظ بمخزون الأمان المطلوب ؟

الحل :

أ -

$$س = \frac{٢ ط (ك ل)}{ك ح}$$

$$= \frac{٢ (١٢٥٠٠) (٢٠)}{(٥٠) . ٢٥} = ٢٠٠ \text{ وحدة .}$$

ب - مستوى الخدمة المرغوب يمكن احتسابه من المعادلة (٨-٣٢)

$$م خ = ١ - \left( \frac{س}{ط} \right) \left( \frac{ك ح}{ك ن} \right)$$

$$= ١ - \left( \frac{٢٠٠}{١٢٥٠٠} \right) \left( \frac{(٥٠) . ٢٥}{١٠} \right)$$

$$= ١ - ٠,٠٢ = ٠,٩٨ \text{ أو } ٩٨\%$$

وهذا يمكن التوصل إليه باستخدام المعادلة (٨-٣٣) حيث :

$$م خ = \frac{١٢٥٠٠}{٢٠٠} - \frac{٦٢٥}{١٠} = \frac{١٢٥٠٠}{٢٠٠} + (٥٠ \times ٠,٢٥) - ٦٣٧,٥$$

$$= ٠,٩٨$$



ج - عند مستوى الخدمة (٩٨٪) فإن قيمة (م = ٢.٠٥) انحراف معيارى لمخزون الأمان (من الملحق أ) ؛ ولأن فترة التوريد (١٠) أيام ، والانحراف المعيارى لمعدل الطلب (ع ط) يساوى (١٠) ، إذن :

$$٦٤.٤٦٤ + ٥٠٠ = (٣١.٦ \times ٢.٥) + ٥٠٠ =$$

$$٥٦٤.٤٦٤ - ٥٦٥ \text{ وحدة .}$$

أى أن مخزون الأمان (خ أ) :

$$\text{خ أ} = ٦٥ \text{ وحدة .}$$

$$\text{ن أ ط} = \text{ط ف} + \text{م} \sqrt{\text{ف} (\text{ع ط})}$$

$$= ٥٠ + (١٠) \sqrt{٢.٠٥ + (١٠)} =$$

د - إن كلفة الاحتفاظ السنوية ، بمخزون الأمان هى :

$$\text{ك خ (خ أ)} = (٥٠ \times ٠.٢٥) (٦٥)$$

$$= ٨١٢.٥٠ \text{ دينار .}$$

لاستكمال جانب آخر من التحليل ؛ فإن بالإمكان احتساب العدد المتوقع من وحدات نفاذ المخزون ، أو النقص فمن الواضح أن احتساب نقطة إعادة الطلب ، كما قدمناه لا يحدد العدد المتوقع لوحدة النقص لمستوى الخدمة المرغوب فى فترة التوريد ؛ حيث إن مخزون الأمان يمثل الوحدات التى يجب الاحتفاظ بها لمواجهة النقص الحاصل عند مستوى الخدمة المرغوب وليس العدد المتوقع لوحدة النقص (نفاذ المخزون) .

لهذا وباستخدام المعلومات السابقة نفسها مع توظيف الجدول فى الملحق (ج) ؛ يمكن تحديد كمية النقص فى كل دورة مخزون (أو طلبية) وذلك باستخدام المعادلة الآتية :

$$\text{د ن} = \text{ق (م) ع ط ف} \dots\dots\dots (٣٤-٨)$$

حيث د ن = العدد المتوقع لنقص الوحدات فى دورة المخزون .

ق (م) = القيمة القياسية لنقص الوحدات ، كما فى جدول التوزيع الطبيعى  
لمستويات الخدمة ودالة الخسارة الطبيعية للوحدة والتي تحدد من خلال جداول  
قياسية مستوى الخدمة ومستوى النقص أو النفاد فى المخزون .

ع ط ف = الانحراف المعيارى لطلب فترة التوريد .

وإذا ما أردنا احتساب العدد المتوقع لنقص الوحدات فى السنة ؛ فإن ناتج المعادلة  
يمكن ضربه بعدد الطلبيات (ط\س) أى :

$$\text{مجم د ن} = \text{د ن} \left( \frac{\text{ط}}{\text{س}} \right) \quad (8-35)$$

ولتوضيح ذلك لنفرض أن :

الطلب السنوى = ط = ٩٠٠٠ وحدة .

الانحراف المعيارى لطلب فترة التوريد = ع ط - ف = ٢٥٠ وحدة .

كمية الطلبية الاقتصادية = س = ٦٠٠ وحدة .

مستوى الخدمة المرغوب = م د = ٩٥٪ .

ما هو العدد المتوقع لوحدات النقص فى الطلبية (د ن) ؟

إن القيمة القياسية لنقص الوحدات ق (م) عند مستوى الخدمة (٩٥٪) من الملحق  
(ج) تكون :

$$\text{ق (م)} = 0.021$$

وباستخدام المعادلة (٨-٣٤) نحصل على :

$$\text{د ن} = 0.021 (٢٥)$$

$$\text{د ن} = 0.525 \text{ وحدة .}$$

نحسب عدد الطلبات :

$$\text{عدد الطلبات} = \frac{\text{ط}}{\text{س}} = \frac{9000}{600} = 15 \text{ طلبية} .$$

نحسب مجموع وحدات النقص (مجم د ن) فى السنة :

$$\text{مجم دن} = 15 \times 0.525 = 7.9 \times 8 \text{ وحدات} .$$

وإذا أردنا أن نحسب ما هو مستوى الخدمة لفترة التوريد الذى يجب اتباعه :  
ليكون النقص (٥) وحدات فقط ، فإننا ينبغي أولاً التوصل إلى القيمة القياسية لنقص  
الوحدات ق (م) حيث إن :

$$\text{ق (م)} = \frac{\text{د ن}}{\text{ع ط ف}}$$

$$\text{ق (م)} = \frac{5}{25} = 0.2$$

إن مستوى الخدمة عندما تكون القيمة القياسية لوحدات النقص (٠.٢) من الملحق  
(د) يكون هو (٠.٦٨٤٤) ويساوى تقريباً (٦٨٪) .

## ٨-١٢ - نموذج فترة الطلبية الثابتة :

يسمى أيضاً نموذج إعادة طلب الفترة الثابتة ، وفى هذا النموذج تكون الفترة  
الممتدة ما بين الطلبات ثابتة ، فى حين تكون كمية الطلبية متغيرة ، وهذا خلاف نموذج  
كمية الطلبية الثابتة الذى تكون فيه كمية الطلبية ثابتة إلا أن فترة الطلبية تختلف من  
طلبية لأخرى ، ويمكن أن نحدد الفرق بين النموذجين فى النقاط الآتية :

أولاً : إن نموذج كمية الطلبية الثابتة يكون ذا حساسية للطلب من خلال نقاط إعادة  
الطلب التى تكون عند زيادة الطلب متقاربة ، أى أن الفترة ما بين نقاط إعادة

الطلب تقصر ، وتكون بعيدة نسبياً عند انخفاض الطلب ، أى أن الفترة بينها تطول ، فى حين أن نموذج الفترة الثابتة يكون ذا حساسية للطلب عند نهاية الفترة الثابتة من خلال كمية الطلبية المتغيرة ، أى أنه عند ارتفاع الطلب فإن الفترة بين الطلبيات تظل ثابتة ، ولكن كمية الطلبية فى نهاية الفترة تكون أكبر ، وعند انخفاض الطلب فإن كمية الطلبية فى نهاية الفترة تكون أصغر : لهذا يعتبر بدون نقطة إعادة الطلب (كمية) .

ثانياً : إن نموذج كمية الطلبية الثابتة يتطلب نظام سيطرة محكماً ، وإن أنظمة الرقابة الدائمة التى تستخدم الحاسبة الإلكترونية هى المستخدمة عادة من أجل ضبط رصيد المخزون وإطلاق الطلبية (بكمية ثابتة) عند وصول المخزون عند نقطة إعادة الطلب ، أما فى نموذج فترة الطلبية الثابتة ، فلا يتطلب مثل هذا النظام المحكم : لهذا يتم الاعتماد فيه على أنظمة الرقابة الدورية التى تتم الرقابة فيها من خلال المراجعة الدورية (كل يوم أو أسبوع أو شهر حسب ما هو محدد) ، ومع ثبات الفترة ما بين المراجعة الدورية ، فإن المخزون الموجود يمكن أن يختلف من مراجعة لأخرى : مما يجعل كمية الطلبية مختلفة من طلبية لأخرى .

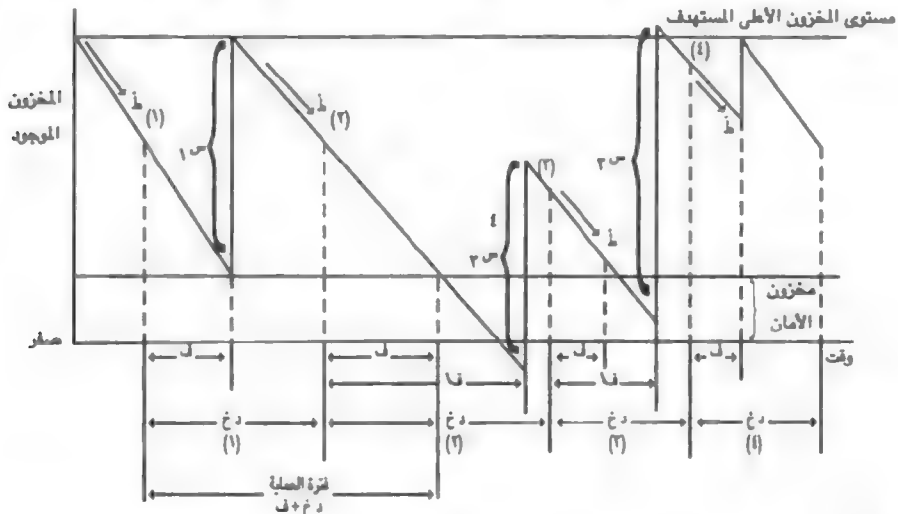
ثالثاً : إن نموذج كمية الطلبية الثابتة يعتمد على الكمية لإطلاق الطلبية ، أى كمية نقطة إعادة الطلب ، فى حين أن نموذج فترة الطلبية الثابتة يركز على الوقت (الفترة الثابتة) لإطلاق الطلبية . وهذا الأخير يكون أكثر عرضة لتفاد المخزون : مما يجعل الحاجة ماسة للاحتفاظ بمخزون أمان أكبر ، وبالتالي فإن النموذج الأول يحتاج إلى فترة حماية من نفاد المخزون فى فترة التوريد فقط (أى عند كمية المخزون فى نقطة إعادة الطلب وحتى استلام الطلبية) ، فى حين فى النموذج الثانى (الفترة الثابتة) فإن فترة الحماية من نفاد المخزون تكون أطول ، وتمتد على طول فترة الطلبية زائداً فترة التوريد ، مع افتراض أن فترة الحماية تتوزع توزيعاً طبيعياً .

رابعاً : إن نموذج كمية الطلبية الثابتة يحسب كمية الطلبية الاقتصادية (س) في حين أن نموذج فترة الطلبية الثابتة يقوم بتحويل كمية الطلبية إلى فترة الطلبية ، حيث فترة الطلبية أو دورة المخزون ( د خ ) = س \ ط .

وهناك أربعة فروض لهذا النموذج هي : أن المادة ترد في طلبيات (وليس بشكل تدريجي) ، كلفة الاحتفاظ لا تتأثر بقرارات كمية الطلبية ، إن المادة تكون مستقلة عن المواد الأخرى ، وأخيراً وإن كمية الطلبية المستلمة هي بالتحديد كمية الطلبية المطلوبة .

إن الشكل رقم (٨-٨) يوضح هذا النموذج : حيث إن هناك طلبية جديدة توضع في فترات دورية ثابتة بعد أن يتم احتساب المخزون الموجود ، ومن ثم وضع كمية الطلبية بالفرق بين مستوى المخزون الأعلى المستهدف والمخزون الموجود . والحالة المعروضة في الشكل (٨-٨) فيها معدل الطلب (ط) ثابت وفترة التوريد متغيرة ، وسوف نشير إلى فترة التوريد المتوقعة بالحرف (ف) وفترة التوريد الفعلية (ف١) .

الشكل رقم (٨-٨) : نموذج فترة الطلبية الثابتة (الطلب ثابت وفترة التوريد متغيرة)



لنبدأ في نموذج فترة الطلبية الثابتة بتحديد فترة الطلبية (د خ) : حيث يمكن احتسابها باستخدام نفس الطريقة المستخدمة في احتساب كمية الطلبية الاقتصادية وفق إحدى الصيغتين :

$$\frac{س}{ط} = د خ$$

أو

$$د خ = \sqrt{\frac{٢ ك ت}{ط (ك ح)}} \quad (٨-٣٦)$$

لنفرض أن :

الطلب السنوي = ط = ٢٠٠٠ وحدة .

كلفة الطلبية = ك ل = ٢٠ ديناراً .

كلفة الاحتفاظ = ك ح = ديناران .

عدد أيام العمل في السنة = ٢٥٠ يوماً .

نحسب كمية الطلبية الاقتصادية (س) :

$$س = \sqrt{\frac{٢ (٢٠٠٠) (٢٠)}{٢}} = ٢٠٠ \text{ وحدة .}$$

$$د خ = \frac{٢٠٠}{٢٠٠٠} = ٠,١ \text{ سنة .}$$

$$= ٢٥ \times ٠,١ = ٢٥ \text{ يوماً .}$$

باستخدام المعادلة (٨-٣٦) نحصل على :

$$د \times \sqrt{\frac{2 \times 2}{2 \times 2000}} = 0.17 = 0.1 \text{ سنة} .$$

$$= 0.1 \times 250 = 25 \text{ يوماً} .$$

إذن فإن فترة الطلبية المثلى هي (٢٥) يوماً .

واستكمالاً لتحليل النموذج فلابد من احتساب كمية الطلبية على أساس أن الطلب وفترة التوريد متغيران واستخدام مستوى الخدمة ، ويمكن احتساب هذه الكمية من خلال الصيغة الآتية :

كمية الطلبية = الطلب المتوقع في فترة الحماية + مخزون الأمان - المخزون الموجود عند إعادة الطلب

$$= ط (د \times \sqrt{\frac{2 \times 2}{2 \times 2000}} + (ف + م ع ط - و) \quad (٨-٣٧)$$

حيث د خ = فترة الطلبية (طول الفترة بين الطلبيات)

و = المخزون الموجود عند إعادة الطلب .

باستخدام نفس البيانات السابقة مع افتراض أن :

الانحراف المعياري للطلب = ع ط = ٣ وحدات .

المخزون الموجود عند إعادة الطلب = و = ٨٠ وحدة .

فترة التوريد = ف = ٥ أيام .

مستوى الخدمة المرغوب = م خ = ٩٨٪ .

$$2000$$

$$\text{معدل الطلب} = \frac{2000}{250} = 8 \text{ وحدة / يوم} .$$

$$\text{كمية الطلبية} = 8 (25 + 5) + (2) \sqrt{2000} - 80 = 193.7$$

$$= 193.7 + 240 - 80 = 194$$

$$= 194 \times 194 \text{ وحدة} .$$

## ٨-١٢ - نموذج الفترة الوحيدة :

إن بعض السلع تتسم بخصائص معينة تجعلها غير قابلة للاستمرار بقيمتها بعد فترة معينة ، فمثلاً السلع المرتبطة بمناسبات معينة خلال السنة كشجرة أعياد الميلاد أو السلع المرتبطة بدورة حياة مفيدة قصيرة (كالصحف والمجلات) أو المواد القابلة للفساد (كالأزهار والفواكه والخضر) التى عند عدم بيعها فى يومها - فمن المحتمل ألا تباع بنفس القيمة فى اليوم التالى ، أى أن السلع المتبقية ستباع بقيمة التعويض التى يمكن أن تكون صفرأ (كما فى حالة الصحف) أو قيمة سالبة أقل من كلفتها (كما فى حالة الأزهار والفواكه والخضر وحتى سلع المودة فى غير موسمها) ، إن هذا النموذج ويدعى أيضاً مسألة بائع الصحف هو خلاف للنماذج الأخرى التى سبق عرضها : حيث إنه يستلزم وضع الطلبية وخزن المادة لمرة واحدة ، وإن عملية إعادة الطلب والخزن تكون بعد استهلاكها ومن هنا جاءت التسمية ، حيث إن الطلبية توضع وتستهلك وتستهلك أو تباع فى فترة محددة (فى حالة الصحف ليوم واحد) ، وإن الذى لا يباع لا قيمة له بعد نهاية الفترة ، أو أن قيمته أقل ، فى حين أن نماذج المخزون التى سبق عرضها تعتبر نماذج متعددة الفترات وهى النماذج الأكثر شيوعاً واستخداماً حيث تتعدد الطلبيات وتخزن من فترة لأخرى .

فى هذا النموذج عندما تكون وحدات الطلب بعدد قليل يكون بالإمكان استخدام جدول النتائج : حيث سيعتمد على البدائل الممثلة لكمية الطلبية التى ستطلب ، والحالات الطلبية تمثل الطلب الفعلى أو الوحدات المباعة ، ويكون معيار القرار ممثلاً بالقيمة النقدية المتوقعة والذى يستخدم لتحديد كمية الطلبية المثلى .

أما عندما تكون كمية الطلب كبيرة : فإن التحليل الحدى يصبح ضرورياً ، وقد أشرنا سابقاً عند الحديث عن مستوى الخدمة إلى أن مستوى المخزون الأمثل (وكمية الطلبية) يكون عند التوصل إلى أن كلفة الوحدة الأخيرة المضافة للطلبية صفرأ ، ولتوضيح ذلك بإيجاز بما يخدم موضوع هذه الفقرة ، نشير إلى أن الخزن الزائد : سيؤدى إلى تحمل كلفة الزيادة (ك ز) ، أى وجود وحدات فى المخزون لا تباع خلال الفترة الواحدة ، ويتم التخلص منها بقيمة التعويض أو قيمة سالبة) أما إذا تم



الاحتفاظ بخزن ناقص أو متدنٍ أى أقل من الطلب ؛ فيؤدى إلى كلفة النقص (ك ن) ، أى كلفة الفرصة البديلة وكلفة السمعة ؛ لهذا فإن المطلوب هو زيادة الطلبية والاستمرار بذلك حيث التوصل إلى تساوى كلفة الزيادة (ك ن) مع كلفة النقص ، أى أن الهدف هو تحديد الوحدة الأخيرة المضافة التى تحقق هذا التساوى ؛ ليتم تحديد كمية الطلبية (وكذلك مستوى المخزون) عندها . وقبل الاستمرار فى عملية التحليل لابد من ملاحظة تتعلق باستخدامنا لكلفة النقص (ك ن) فى هذا المجال ، حيث تعنى أن الوحدة ليست موجودة (ليست ضمن الطلبية) إلا أن هناك طلباً عليها ؛ لهذا تكون (ك ن) بمقدار الفرق بين السعر والكلفة ، وكلفة الزيادة (ك ن) تعنى أن الوحدة كانت ضمن الطلبية (والمخزون) مع عدم وجود طلب عليها ؛ لهذا تكون (ك ن) بمثابة العدو بين كلفة الشراء وقيمة التعويض ، إذن :

$$\text{كلفة النقص (ك ن)} = \text{السعر} - \text{الكلفة}$$

$$\text{كلفة الزيادة (ك ن)} = \text{كلفة الشراء} - \text{قيمة التعويض}$$

لمواصلة التحليل لنفرض أن احتمال الطلب [ح (ط)] سيكون أكبر من أو يساوى العدد المتوقع لوحداث الطلب (ط) وعند استخدام توزيع الاحتمال المتراكم (Cumulative Probability) فإن [ح (ط)] ، عندئذ تكون القيمة من بداية التراكم عند المؤخرة اليمنى لمنحنى التراكم (أى عند القيمة التى تمثل مخاطرة النفاد أو النقص) ، وفى الحالة المذكورة سيكون هناك نقص ؛ لهذا يكون من الضروري إضافة وحدات جديدة ما دامت الكلفة المتوقعة للنقص (ك ن) أكبر من كلفة الزيادة (ك ن) ، أى :

$$\text{ح (ط) (ك ن)} < (١ - \text{ح (ط)}) \text{ك ن} \quad (٣٨-٨)$$

بإضافة وحدة إضافية ، فإن احتمال الطلب [ح (ط)] سينخفض ، فى حين أن كمية الطلبية تزداد ، وعند الاستمرار فإن كمية الطلبية تزداد حتى نقطة معينة عندها يتساوى طرفا المعادلة . إن كمية الطلبية الاقتصادية ستكون عند احتمال الطلب [ح (ط)] الذى تتساوى لديه كلفة النقص (ك ن) مع كلفة الزيادة (ك ن) ، وهذا ما يدعى

بالاحتمال الحرج الذى يضمن تحقيق التوازن المطلوب ، أى أن الاحتمال الحرج هو الذى يحقق التساوى بين كلفتين ويمكن إيجاد [ح (ط)] كالآتى :

$$ح (ط) (ك ن) = [١ - ح (ط)] ك ز$$

$$ح (ط) (ك ن) = ك ز - ك ز \times ح (ط)$$

$$ح (ط) (ك ن + ك ز) = ك ز$$

$$ح (ط) = \frac{ك ز}{ك ن + ك ز} = (٣٩-٨)$$

ولابد من ملاحظة أن ح (ط) يمثل بداية توزيع الاحتمال المتراكم ، ولتوضيح ذلك لنفرض أن :

$$ك ن = ٨٠ \text{ دينار} .$$

$$ك ز = ٢٠ \text{ دينار} .$$

$$\text{فإن } ح (ط) = \frac{٢٠}{٨٠ + ٢٠} = ٢٠\% \text{ أو } ٢٠\%$$

عند [ح (ط)] فإن مستوى المخزون الأمثل يحقق مخاطرة نفاد المخزون أو النقص مقدارها (٢٠٪) وبالتالي ، فإن مستوى الخدمة يساوى (٨٠٪) وهذا يمكن التعبير عنه كالآتى :

$$١ - ح (ط) = \frac{ك ن}{ك ن + ك ز}$$

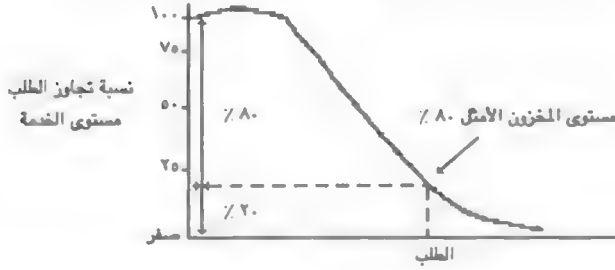
أى أن مستوى الخدمة (م د) يساوى :

$$م د = \frac{ك ن}{ك ن + ك ز} = (٤٠-٨)$$

وفى مثالنا نفسه نلاحظ :

$$م د = \frac{٠.٨٠}{٠.٢٠ + ٠.٨٠} = ٠.٨٠ \text{ أو } ٨٠\% \text{ ( انظر الشكل ٨-٩ )}$$

الشكل رقم (٨-٩) : توزيع الاحتمال المتراكم للطلب



ولتوضيح استخدام هذا النموذج فإن المثال (٨-٧) يوضح كيفية تطبيقه :

مثال (٨-٧) :

شركة لديها فرصة شراء أحد المنتجات التي ترتبط بمناسبة التخرج من الجامعة بكلفة (٨) دنانير وبيعه بسعر (٣٥) ديناراً ، ومن المتوقع بعد انتهاء المناسبة أن تباع المنتج بسعر (٢٢.٥) دينار ، وقد وضعت الشركة في ضوء البيانات المأخوذة من سجلاتها الجدول الآتي .

الطلب (ط) بالأوزان	احتمال معدل الطلب ح (ط')	الاحتمال التراكمي للطلب ح (ط)
٥ فأقل	صفر	١.٠٠
٥	٠.١٠	١.٠٠
٦	٠.١٥	٠.٩٠
٧	٠.٢٥	٠.٧٥
٨	٠.٢٠	٠.٥٠
٩	٠.١٥	٠.٣٠
١٠	٠.١٠	٠.١٥
١١	٠.٠٥	٠.١٠
١٢ فأكثر	صفر	صفر

المطلوب : تحديد مستوى المخزون الأمثل .

الحل :

$$\text{كلفة الزيادة (ك ز)} = \text{كلفة الشراء} - \text{قيمة التعويض} \\ = 28 - 22.5 = 5.5 \text{ دينار .}$$

$$\text{كلفة النقص (ك ن)} = \text{السعر} - \text{كلفة الشراء} \\ = 35 - 28 = 7 \text{ دنانير .}$$

احتمال الطلب الذى يتم عنده تحديد مستوى المخزون الأمثل هو :

$$\text{ح (ط)} = \frac{\text{ك ز}}{\text{ك ز} + \text{ك ن}} = \frac{5.5}{7 + 5.5} = 0.44$$

مستوى الخدمة (م د) = 1 - ح (ط) = 1 - 0.44 = 0.56 (انظر الجدول السابق)

من الجدول السابق يمكن أن نحدد مستوى المخزون الأمثل عند ح (ط) = 0.44 ؛ حيث إنه لا يوجد احتمال متراكم متطابق ؛ لهذا نختار القيمة الأعلى ، أى حيث احتمال الطلب أعلى وهو عند (٨) درازن .

## ٨-١٤ - مستويات المخزون المستمرة والمنفصلة :

إن مستوى الخدمة كما أشرنا يعبر عن احتمال أن الطلب الفعلى لن يتجاوز المخزون الموجود ، وهو الحالة المكتملة لمخاطرة نفاد المخزون (النقص) ، وتفرض فيما يأتى وبشكل موجز مستوى المخزون فى حالتين : مستويات المخزون المستمرة ومستويات المخزون المنفصلة .

### أولاً : مستويات المخزون المستمرة (Continuos Stocking Levels)

عندما يكون الطلب متماثلاً وموزعاً توزيعاً طبيعياً ؛ فإن مستوى الخدمة يتراوح بين نهايتين : الأولى تمثل الزيادة فى مستوى الخدمة (وجود وحدات إضافية بكلفة أكبر من

كلفة النقص وفق التحليل الحدى) والنهاية الثابتة تمثل إنهاء مستوى الخدمة عندها (نقص فى الوحدات بكلفة إضافية هى كلفة النقص أكبر من كلفة الوحدة عند زيادة مستوى الخدمة ؛ لهذا يكون مستوى الخدمة المطلوب عند مستوى المخزون الأمثل الذى يتجنب النهايتين المتطرفتين ويحقق التوازن بينهما . وعلى هذا الأساس وكما أشرنا سابقاً فإن مستوى المخزون الأمثل يمكن تحديده عند مستوى الخدمة وفق الصيغة التى تم تحديدها فى المعادلة (٨-٤٠) .

من الواضح أنه فى حالة تجاوز الطلب الفعلى للمخزون يكون هناك النقص وكلفته (ك ن) وهو عند النهاية اليمنى للتوزيع الطبيعى (حيث مخاطرة نفاد المخزون) ، وإذا قل الطلب الفعلى عن كمية المخزون ؛ تكون هناك وحدات زائدة وكلفتها (ك ن) وهى عند النهاية اليسرى للتوزيع .

نفرض أن إحدى الصيدليات تستخدم عقاراً عليه طلب عالٍ يتوزع توزيعاً طبيعياً وبمتوسط (٥٠) علبة فى اليوم وانحراف معيارى (١٠) وحدات ، وأن كلفة الزيادة للوحدة (١,٥٠) دينار ، وكلفة النقص (٠,٣٠) دينار للوحدة ، أوجد مستوى المخزون الأمثل إذا كانت فترة التوريد (٤) أيام .

الحل :

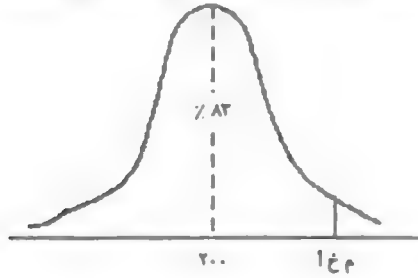
$$\text{مستوى الخدمة} = \frac{\text{ك ن}}{\text{ك ن} + \text{ك ز}} = \frac{١,٥٠}{٠,٣٠ + ١,٥٠} = ٠,٨٣٣$$

إن مستوى الخدمة يشير إلى أن (٠,٨٣٣) من المساحة تحت المنحنى الطبيعى ينبغي أن تكون إلى يسار مستوى المخزون ، وأن مستوى الخدمة (٠,٨٣٣) ومن الملحق (أ) نجد أن (م = ٠,٩٧) ، إذن :

$$\text{مستوى المخزون الأمثل (م خ أ)} = (٤ \times ٥٠) + (٠,٩٧) \times ١٠$$

$$= ٢٠٩,٧ \times ٢١٠ \text{ وحدات . (انظر الشكل رقم ٨-١٠)}$$

الشكل رقم (٨-١٠) : منحنى مستوى الخدمة



### ثانياً : مستويات المخزون المنفصلة (Discrete Stocking Levels)

في هذه الحالة تكون مستويات المخزون منفصلة بدلاً من كونها مستمرة ، وبحسب مستوى الخدمة في هذه الحالة أيضاً باستخدام المعادلة (٨-٤٠) ومطابقة الناتج مع فئة الاحتمال المتراكم ، وفي حالة عدم التطابق مع فئة معينة (أى وقوع ناتج الصيغة المذكورة بين فئتين للاحتمال التراكمي ؛ يتم اختيار فئة التراكم الأعلى . ولنفرض أن شركة تتعامل مع مادة ذات خصوصية ، حيث يتباين الطلب عليها ، ولكنه يتوزع توزيعاً طبيعياً ، ومن دراسة سجلات الشركة ظهر أن الطلب اليومي يتراوح بين (٢-١٠) وبعد إجراء الحسابات تم إعداد الجدول رقم (٨-١١) وكانت كلفة النقص للوحدة (٠,٦٠) دينار وكلفة الزيادة (٠,١٥) دينار . حدد مستوى المخزون الأمثل ، إذا كانت فترة التوريد (٤) أيام .

الجدول رقم (٨-١١) : بيانات الشركة عن الطلب وعدد الأيام

الطلب اليومي	عدد أيام العمل	الطلب اليومي × عدد أيام العمل	احتمال الطلب اليومي	الاحتمال التراكمي للطلب اليومي
٣	١٧	٤٨	$٠,٠٦٧ = ٢٤٠ / ١٦$	٠,٠٦٧
٤	٧٤	٢٩٦	٠,٣٠٨	٠,٣٧٥
٥	٨٤	٤٢٠	٠,٢٥٠	٠,٧٢٥
٦	٤٦	٢٧٦	٠,١٩٢	٠,٩١٧
٧	٨	٥٦	٠,٠٣٣	٠,٩٥٠
٨	٦	٤٨	٠,٠٢٥	٠,٩٧٥
٩	٤	٣٦	٠,٠١٧	٠,٩٩٢
١٠	٢	٢٠	٠,٠٠٨	١,٠٠٠
	٢٤٠	١٢٠٠ (الطلب السنوي)	١,٠٠٠	١,٠٠٠

يلاحظ أن الاحتمال التراكمي في هذا الجدول قد تم ترتيبه تصاعدياً في حين أن هذا الترتيب في المثال (٨-٧) قد تم بشكل تنازلي ، وهذا لا يغير من النتائج ولكنه يؤثر على تحديد القيمة الأعلى .

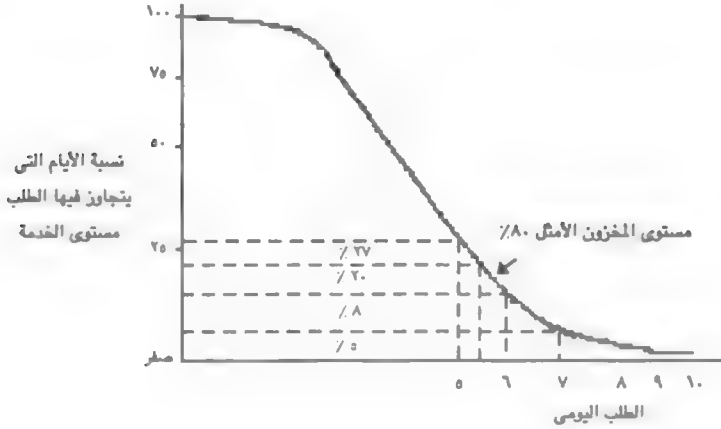
نحسب مستوى الخدمة حيث (ك ن) = ٠.٦٠ و(ك ز) = ٠.١٥ .

$$\text{مستوى الخدمة} = \frac{٠.٦٠}{٠.١٥ + ٠.٦٠} = ٠.٨٠ \text{ أو } ٨٠\%$$

إن مستوى الخدمة يؤثر على عمود الاحتمال التراكمي : فينبغي أن توفر الشركة يومياً (٦) وحدات (يلاحظ أن مستوى التخزين لم يقع على فئة معينة ، وإنما بين فئتين : لذا يجب اختيار المستوى الأعلى أي ٠.٩١٧) . وحيث إن فترة التوريد (٤) أيام : فإن مخزون الأمان الذي يكون مطلوباً مقداره (٤ × ٦ = ٢٤ وحدة) : ليضمن أن نفاد المخزون أو النقص لن يظهر باحتمال (٠.٩١٧) وهو أكبر من (٠.٨٤) (انظر الشكل ٨-١٢) .

وإذا أرادت الشركة ضمان مستوى خدمة (١٠٠٪) : فإن هذا سيعني أن على الشركة أن تحتفظ بمخزون أمان مقداره (٤ × ١٠ = ٤٠ وحدة) ، أما إذا أرادت أن يكون مستوى الخدمة (٧٠٪) : فإن مخزون الأمان سيكون عند فئة الطلب اليومي (٥) وحدات وبمخزون أمان (٤ × ٥ = ٢٠ وحدة) . كما يلاحظ من الشكل (٨-١٧) أن التحسين في مستوى لخدمة المطلوب يكون غير متناسب مع مخزون الأمان عند زيادة وحدة إضافية في هذا المخزون . فبينما الوحدة الإضافية من (٥) إلى (٦) يرفع مستوى الخدمة من (٧٣) إلى (٩٢) . فإن الوحدة الإضافية من (٦) إلى (٧) لا تحسن مستوى الخدمة إلا بمقدار أقل كثيراً مما أضافته الوحدة السابقة ، أي من (٩٢) و(٩٥) ، وأن الوحدة الإضافية من (٧) إلى (٨) تكون الزيادة أقل في مستوى الخدمة من (٩٥) إلى (٩٧) ؛ حتى نصل إلى أن الوحدة الإضافية (٩) إلى (١٠) لا تضيف سوى نسبة ضئيلة جداً من مستوى الخدمة حوالى (٨.٠٠٠) .

### الشكل رقم (٨ - ١٢) : توزيع الاحتمال التراكمي للطلب اليومي



### ٨-١٥ - نظام ( أ ب ج )

إن نماذج المخزون التي قمنا بعرضها تتعامل مع منتج واحد أو مادة واحدة ، وعند تعدد المنتجات أو المواد ، فإن ذلك يتطلب احتساب كمية الطلبية الاقتصادية ونقطة إعادة الطلب لكل مادة أو منتج ، أو أن يتم تحديد المواد أو المنتجات الأكثر أهمية واحتساب كمية الطلبية الاقتصادية لضمان السيطرة عليها في حين معالجة المواد الأخرى الأقل أهمية والأكثر عدداً بطريقة أقل تعقيداً وبرقابة أدنى . وتحليل أ ب ج (ABC Analysis) يقدم أداة مهمة لتصنيف المواد حسب أهميتها : ليتم إعطاء أقصى اهتمام للفئة الأكثر أهمية وإعطاء اهتمام أقل للفئات الأخرى .

إن تحليل (أ ب ج) يستخدم للسيطرة على المخزون في الشركات التي تستخدم مئات وربما آلاف الأنواع من المواد ، وذلك بتصنيف مواد المخزون إلى ثلاث فئات أساسية على أساس معيارين الأول : هو القيمة أو معيار المبيعات الدينارية والثاني : هو معدل الاستخدام السنوي ، وهذه الفئات هي :



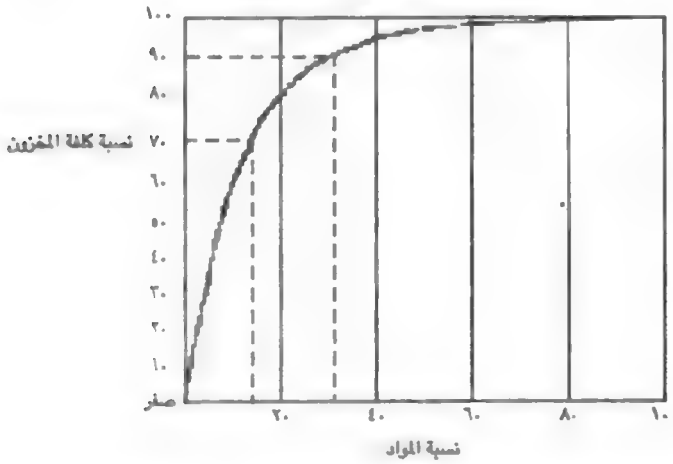
الفئة (أ) : عادة لا تمثل إلا في حدود (١٠٪) من حجم المواد الموجودة ، إلا أن كلفتها تتمثل في حدود (٧٠٪) من مجموع كلفة المخزون ، وهذه يجب أن تحظى باهتمام وسيطرة عاليين .

الفئة (ب) : تمثل حوالى (٢٠٪) من حجم المواد الموجودة ، إلا أن قيمتها أو مبيعاتها تمثل (٢٠٪) من مجموع كلفة المخزون ، وهذه تتطلب اهتمام وسيطرة متوسطين .

الفئة (ج) : تمثل حوالى (٧٠٪) من حجم المواد الموجودة ، إلا أن قيمتها متواضعة لا تزيد على (١٠٪) من مجموع كلفة المخزون ، ولا تتطلب إلا رقابة محدودة .

والشكل رقم (٨-١٣) يوضح هذه الفئات باستخدام منحنى باريتو (Pareto Curve) الذى يساعد على تصنيف المواد المخزونة وتحديد الفئات (أ) و(ب) و(ج) .

الشكل رقم (٨-١٣) : تحليل أ ب ج



كما يمكن استخدام نظام (أ ب ج) عن طريق التوصل إلى كلف المخزون ، ومن ثم تصنيفها وذلك باتباع الخطوات الآتية :

- أ - تحديد عدد الأنواع فى المخزون .
- ب - تحديد كلفة الوحدة من كل نوع .
- ج - تحديد الطلب السنوى على كل نوع من هذه الأنواع .

د - استخراج الكلفة الكلية السنوية لكل مادة من هذه المواد .

هـ ترتيب هذه المواد تنازلياً حسب كلفتها الكلية .

و - تصنيف المواد إلى الفئات الثلاث (أ ب ج) على أساس النسب المذكورة سابقاً .

إن الجدول رقم (٨-١٤) يمكن تنظيمه لمواد المخزون وعددها (١٠) مواد ، والطلب السنوي عليها وكلفة الوحدة والكلفة الكلية السنوية (دينار) بعد ترتيبها تنازلياً ، حيث يمكن تصنيفها بعد ذلك إلى الفئات (أ ب ج) المحسوبة من الجدول .

#### الجدول رقم (٨-١٤) : مواد المخزون حسب الطلب والكلفة

المواد	الطلب السنوي	كلفة الوحدة	الكلفة الكلية السنوية (دينار)
١	٥٠	٨٥٠	٤٢٥٠٠
٢	٤٠	٧٥٠	٣٠٠٠٠
٣	٦٠	١٥٠	٩٠٠٠
٤	٨٠	١٠٠	٨٠٠٠
٥	٥٠	١٢٠	٦٠٠٠
٦	١٠٠	٤٠	٤٠٠٠
٧	١٥٠	٢٠	٣٠٠٠
٨	٨٠	١٢	٩٤٠
٩	٦٠	١٥	٩٠٠
١٠	٥٠	١٥	٩٥٠
			١٠٥٢٩٠

ومن الجدول أعلاه يمكن تصنيف هذه المواد في الفئات (أ ب ج) وكما مبين في الجدول رقم (٨-١٥) .

#### الجدول رقم (٨-١٥) : المواد مصنفة حسب الفئات أ ب ج

الفئات	المواد	الكلفة الكلية السنوية	نسبتها
أ	(٢ ١)	٧٢٥٠٠	٦٨,٩
ب	(٥ ٤ ٣)	٢٣٠٠٠	٢١,٨
ج	(١٠ ٩ ٨ ٧ ٦)	٩٧٩٠	٩,٣
		١٠٥٢٩٠	١٠٠,٠٠

- ويمكن أن نشير فى ضوء الجدول (٨-٢٠) إلى أن إدارة المخزون تستفيد من تحديد الفئات الثلاث (أ ب ج) ، والمواد التى تدخل فيها فى ترشيد جهودهما من خلال مايتأتى :
- توجيه جهودها الإدارية والرقابية القصوى للفئة (أ) .
  - توجيه جهودها الإدارية والرقابية المتوسطة للفئة (ب) .
  - توجيه جهودها الإدارية والرقابية الأدنى للفئة (ج) .

### الأسئلة :

- ١ - ما هى الأسباب المؤدية إلى الاحتفاظ بالمخزون ؟
- ٢ - ماهى أنواع المخزون وما هو النوع أو أنواع المخزون التى تستخدم فى نماذج كمية الطلبية الاقتصادية ؟
- ٣ - ما هى الكلف المترافقة مع المخزون ، ومتى تظهر كلفة النقص ؟
- ٤ - ما هى الافتراضات الأساسية بالنسبة إلى :
  - أ - النموذج الأساسى لكمية الطلبية الاقتصادية .
  - ب - نموذج كمية الطلبية الاقتصادية مع الطلبيات المؤجلة .
- ٥ - لماذا لا يتم الاهتمام بالسعر فى النموذج الأساسى لكمية الطلبية الاقتصادية ؟
- ٦ - ما هو رأيك فى النقد الذى يوجه لنموذج كمية الطلبية الاقتصادية بأنه يميل إلى التضليل الناتج عن أن قيم الطلب السنوى وكلفة الطلبية وكلفة الاحتفاظ هى فى أحسن الأحوال تخمينات ؟
- ٧ - وضّح ما هى العلاقة بين نقطة إعادة الطلب وفترة التوريد والطلب الثابت .
- ٨ - وضّح ماذا نعنى بالآتى :
  - أ - فترة التوريد .
  - ب - الطلبيات المؤجلة .

- ج - مستوى الخدمة .
- د - نقطة إعادة الطلب .
- ٩ - تحت أية ظروف يكون مخزون الأمان :
  - أ - كبيراً .
  - ب - صغيراً .
  - ج - صفراً .
- ١٠ - ماذا نعني بالآتي :
  - أ - نموذج الفترة الوحيدة .
  - ب - نظام (أ ب ج) .
  - ج - فترة الحماية .
  - د - تحليل الحساسية فى نماذج المخزون .
- ١١ - وضح كيف نستخدم التحليل الحدى فى مخزون الأمان ؟
- ١٢ - ماذا نعني بمخاطرة نفاد المخزون وما علاقته بمستوى الخدمة ؟
- ١٣ - لماذا يظهر نفاد المخزون فى فترة التوريد ؟
- ١٤ - لماذا تستخدم الشركة تصنيف المواد وفق نظام (أ ب ج) ؟
- ١٥ - كيف يستخدم نظام (أ ب ج) فى نموذج كمية الطلبية الاقتصادية ؟
- ١٦ - وضح ماهى مستويات المخزون المستمرة والمنفصلة ؟

### التمارين :

- ١ - تستخدم إحدى الورش نوعاً من الزيوت بمعدل (٢٠٠) عبوة فى اليوم ، وكان عدد أيام العمل فى السنة (٣٠٠) يوم ، وكلفة الطلبية (٣٠) ديناراً ، وكلفة الاحتفاظ بالعبوة الواحدة فى السنة (١ ، ٠) دينار وسعر العبوة (٣) دنانير .
  - م / أ - تحديد كمية الطلبية الاقتصادية .
  - ب - احتساب الكلفة الكلية السنوية للمخزون .

٢ - شركة الوطن للصناعة الجلدية تستخدم مادة صمغية تدخل في صناعة منتجاتها ، وكان الطلب السنوي (١٠) آلاف وحدة ، وكلفة الطلبية (٥٠) ديناراً ، وكلفة الاحتفاظ (٠.٢٠) دينار من كل دينار مستثمر في متوسط المخزون ، كما كان سعر الوحدة (١٠) دنانير وفترة التوريد (٦) أيام .

م / أ - تحديد كمية الطلبية الاقتصادية .

ب - احتساب متوسط المخزون وحده الأعلى والأدنى .

ج - تحديد نقطة إعادة الطلب .

د - تحديد طول دورة الطلبية (المخزون) .

هـ - احتساب الكلفة الكلية للمخزون .

٣ - في التمرين (٢) أعلاه وبعد مراجعة السجلات وإجراء الحسابات - ظهر أن كلفة الاحتفاظ كانت (٠.١٠) دينار بدلاً من (٠.٢٠) . وضح ما تأثير هذا الخطأ باحتساب كلفة الاحتفاظ على الكلفة الكلية مقارنة بنسبة الخطأ ، ولماذا ؟

٤ - الشركة العامة للزيوت النباتية تقوم بتوزيع أحد منتجاتها في السوق بعد أن تكون قد غطت احتياج معرض الشركة للبيع المباشر من ذلك المنتج . وكان معدل إنتاج الشركة اليومي (٣٠٠) وحدة ، ووجد معرض الشركة يحتاج إلى (١٥٠) وحدة في اليوم ، ولتغطية احتياجاته كان يستخدم كمية الطلبية (١٠٠٠) وحدة على أساس التوريد غير الفوري وسياسة الشركة تقوم على أسبقية التوريد للمعرض وتوزيع الزائد من إنتاجها في السوق عن طريق وكلائها . وكانت كلفة الطلبية (٤٠) ديناراً وكلفة الاحتفاظ بالوحدة (٠.٢٥) دينار ، وعدد أيام العمل في السنة (٣٠٠) يوم

م / أ - احتساب كمية الطلبية الاقتصادية .

ب - مقارنة الكلفة الكلية على أساس كمية الطلبية الاقتصادية مع الكلفة الكلية على أساس كمية الطلبية في المعرض .

ج - تحديد دورة المخزون (الطلبية) وفترة التوريد ورسم ذلك بيانياً .

٥ - شركة لتوزيع الأسمدة ظهر من سجلاتها أن معدل الطلب اليومي (٥٠٠) كيس ، وكانت كلفة الاحتفاظ بالكيس الواحد في السنة (٢٠٪) وكلفة الطلبية (٦٠) ديناراً ،

وكان سعر الشراء للكيس الواحد (١٠) دنانير ، وكانت سياسة الشركة تقدر كلفة نقص الوحدة الواحدة بـ (٢) دنانير وعدد أيام العمل (٢٨٠) يوماً فى السنة .

م / أ - ما هى كمية الطلبية الاقتصادية ؟

ب - ما هى الكلفة الكلية السنوية للمخزون ؟

٦ - شركة الأمل تستطيع الحصول على خصم الكمية على طلبياتها من مادة معينة كما فى الجدول الآتى :

فئات السعر (دينار)	الكمية (وحدة)
٦,٠	أقل من ٢٥٠
٥,٩	٢٥٠ إلى أقل من ٨٠٠
٥,٨	٨٠٠ إلى أقل من ٢٠٠٠
٥,٧	٢٠٠٠ إلى أقل من ٤٠٠٠
٥,٦	٤٠٠٠ فأكثر

كان الطلب السنوى على المادة فى الشركة (٤٠٠٠) وحدة ، وكلفة الاحتفاظ هى (٢٠٪) من كلفة الوحدة فى السنة وكلفة الطلبية (٦) دنانير .  
م / احتساب كمية الطلبية الأفضل التى تحقق الكلفة الكلية الأدنى .

٧ - تاجر جملة يتسم الطلب على إحدى السلع التى يتعامل معها بالتغير ، ومن مراجعة بيانات المبيعات ؛ ظهر أن متوسط الطلب اليومى (٥٠٠) وحدة وانحرافه المعيارى (٢٠) ، حيث كان الطلب يتوزع توزيعاً طبيعياً ، وكانت فترة التوريد ثابتة (٥) أيام فى كل طلبية ، وكان التاجر يفضل العمل بمستوى مخاطرة نفاد المخزون من هذه المادة (٥٪) .

م / احسب نقطة إعادة الطلب وكمية المخزون التى يحتفظ بها هذا التاجر .

٨ - إن التاجر فى التمرين السابق كان يتعامل مع مادة أخرى ، ومعدل الطلب عليها ثابت (١٥٠) وحدة فى اليوم إلا أن فترة التوريد متغيرة بمتوسط (٦) أيام وانحراف معيارى يومان ، وكان الطلب وفترة التوريد يتوزعان توزيعاً طبيعياً ،

وكلفة الاحتفاظ بالوحدة (٢٠٪) وسعر الوحدة (٧,٥) دينار وكلفة الطلبية (٥٠) ديناراً ، وكان عدد أيام العمل فى السنة (٢٠٠) يوم ، ومستوى الخدمة المرغوب فى تلبية الطلبات على هذه المادة (٩٧٪) .

م / أ - احسب كمية الطلبية الاقتصادية .

ب - ما هى نقطة إعادة الطلب ومخزون الأمان الذى يجب الاحتفاظ به ؟

ج - ما هو مستوى الخدمة عند نقطة إعادة الطلب التى تساوى (١٤٥٠) وحدة ؟

٩ - إن التاجر نفسه فى التمرينين (٧) و(٨) يستخدم مادة آخر تتسم بالتغير الكبير فى الطلب وفترة التوريد ، ومن بيانات الفترات الماضية ظهر أن متوسط الطلب (٢٠٠) وحدة وبانحراف معيارى (٢٠) وحدة ، ومتوسط فترة التوريد (٨) أيام وبانحراف معيارى (٢) أيام ، وكلاهما يتوزعان توزيعاً طبيعياً تقريباً ، وكانت كلفة الطلبية (٤٠) ديناراً وكلفة الاحتفاظ بالوحدة (٠,٥) دينار ، وكان مستوى الخدمة المرغوب (٩٠٪) .

م / أ - احتساب نقطة إعادة الطلب ومخزون الأمان الذى يجب الاحتفاظ به .

ب - احتساب الكلفة الكلية للمخزون علماً بأن عدد أيام العمل فى السنة (٢٠٠) يوم .

١٠ - شركة للطباعة الحديثة متوسط الطلب (٢٠) لفة ورق فى اليوم وبانحراف معيارى (٢) لفة ، وكانت فترة التوريد (٦) أيام ، وهى مع الطلب تتوزع توزيعاً طبيعياً ، وكلفة نفاد المخزون (٢٠) ديناراً لكل لفة وكلفة الطلبية (١٠٠) دينار ، وكلفة الاحتفاظ باللفة الواحدة (٣) دنانير ، وكلفة الوحدة الواحدة (٨٠) ديناراً . وكان عدد أيام العمل فى السنة (٢٧٠) يوماً .

م / أ - ما هى كمية الطلبية الاقتصادية ؟

ب - ما هو مستوى الخدمة المرغوب فى هذه الحالة ؟

ج - حدد نقطة إعادة الطلب ومخزون الأمان .

د - ما هى الكلفة الكلية للمخزون ، وماهى الكلفة الكلية لمخزون الأمان ؟

١١- مستشفى يستخدم إحدى مواد التعقيم بمتوسط (٣٠٠٠) عبوة في السنة ، وكان الانحراف المعياري للطلب في فترة التوريد (١٢) وحدة ، والطلب السنوى وفترة التوريد يتوزعان توزيعاً طبيعياً تقريباً . وكمية الطلبية الاقتصادية (٣٠٠) وحدة ، وكان مستوى الخدمة الذى تعتمده سياسة المستشفى (٩٨٪) .

م / أ - احسب العدد المتوقع لوحداث النقص فى الطلبية .

ب - احسب العدد المتوقع لوحداث النقص فى السنة .

ج - حدد ما هو العدد المتوقع لوحداث النقص عند مستوى الخدمة (٩٠٪) .

١٢- فى التمرين السابق كانت تكلفة الطلبية (٤٠) ديناراً ، وكلفة الاحتفاظ (٠.٢) دينار ، وعدد أيام العمل فى السنة (٣٠٠) دينار ، والانحراف المعيارى للطلب (١٥) ، والمخزون الموجود عند إعادة الطلب (٦٠) وحدة .

م / أ - احسب فترة الطلبية المثلى .

ب - حدد كمية الطلبية المطلوبة فى الحالة المذكورة .

١٣- صنف مفردات المخزون فى الجدول الآتى باستخدام نظام (أ ب ج) .

المفردة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
الطلب السنوى	٥٠٠	٢٥٠٠	٩٥٠	٥٠٠	١٢٥٠	١٢٥٠	٢٠٠	٢٥٠	١٠٠	٥٠٠	١٥٠٠
تكلفة الوحدة (دينار)	٤٣٠٠	٧٢٠	٥٠٠	٧١٠	٢٥٠	١٩٢	٢٠٠	١٠٠	٢١٠	٣٥	١١



## المراجع :

- 1 - H.Bierman, JR . et al., Quantitative Analysis for Business Decision, Richard D. Irwin Homewood, Illinois,1981.
- 2 - E.S.Buffa, Modern Production Management, John Willy and Sons, New York, 1983.
- 3 - M. M.Chen and D.G.Dannenbring, Management Science : An Introduction, McGraw Hill Co. New York, 1982.
- 4 - T. M.Cook and R. A. Russell, Contemporary Operations Management : Text and Cases, Printice - Hall Inc. New Jersey, 1980.
- 5 - J. B. Dilworth, Production and Operations Management, McGraw Hill Publishing Co. New York, 1989 .
- 6 - T. J. Hay, The Just-In-Time Breakthrough, John Willy and Sons, New York, 1988.
- 7 - L. J. Krajewski and L. P. Ritzman, Operations Management, Addison-Wesley Publishing Co Reading, Massachusette,1996.
- 8 - N. P. Loomba, Management : A Quantitative Perspective, Macmillan Publishing Co. New York. 1979.
- 9 - S. F. Love, Inventory Control, McGraw Hill International Book Co. Tokyo 1979.
- 10- R. E. Markland, Topics in Management Science, John Willy and Sons, New York, 1979.
- 11- R. Peterson and E. A. Silver, Decision System for Inventory Management and Production Planning, John Willy and Sons, New York, 1979.
- 12- R.Schroeder, Operations Management, McGraw Hill Publishing Co. New York. 1989.
- 13- M.K.Starr, Managing Production and Operations, Printice-Hall Inc, New Jersey, 1989.
- 14- W. J. Stevenson, Production\Operations Management, Irwin Homewood, Boston, 1990.
- 15- H. A. Taha, Operations Research : An Introduction, Macmillan Publishing Co New York. 1989.
- 16- N. L.Wu and J. A. Wu, Introduction to Management Science : A Contemporary Approach, Rand McNally College Publishing Co. Chicago, 1980.

## الفصل التاسع : تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP)

- ٩ - ١ - المدخل .
  - ٩ - ٢ - رؤية كلية لتخطيط الاحتياجات من المواد .
  - ٩ - ٣ - تخطيط الاحتياجات من المواد والطلب التابع .
  - ٩ - ٤ - مكونات نظام تخطيط الاحتياجات من المواد :
    - أولاً : جدول الإنتاج الرئيسى .
    - ثانياً : قائمة المواد .
    - ثالثاً : ملف حالة المخزون .
    - رابعاً : منطق المعالجة .
    - خامساً : مخرجات نظام تخطيط الاحتياجات من المواد .
    - سادساً : مفاهيم أخرى فى نظام تخطيط الاحتياجات من المواد .
  - ٩ - ٥ - تحديث النظام .
  - ٩ - ٦ - حجم الوجبة فى تخطيط الاحتياجات من المواد .
  - ٩ - ٧ - تخطيط احتياجات السعة .
  - ٩ - ٨ - تخطيط الأسبقية .
  - ٩ - ٩ - مخزون الأمان .
  - ٩ - ١٠ - مزايا وعيوب تخطيط الاحتياجات من المواد .
  - ٩ - ١١ - تخطيط الموارد الصناعية (MRPII) .
  - ٩ - ١٢ - تخطيط احتياجات التوزيع .
  - ٩ - ١٣ - دورة الحاسبة فى أنظمة (MRP) .
  - ٩ - ١٤ - استخدام تخطيط الاحتياجات من المواد فى الخدمات .
- الأسئلة .
- التمارين .
- المراجع .



## ٩-١- المدخل :

إن التخطيط والسيطرة على الاحتياجات من المواد يمثل جوهر أنظمة الإنتاج ، وبفعل ما تمثله المواد من أهمية كبيرة ونسبة عالية من مجموع تكاليف الإنتاج ؛ فإن التخطيط والسيطرة عليها يمثل أساساً فى نجاح إدارة العمليات فى تحقيق أهدافها بزيادة كفاءة استغلال الموارد أو خفض المخزون ، وتحسين خدمة الزبائن من خلال التسليم فى المواعيد المحددة وتقليص التأخيرات .

إن نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (Material Requirement Planning) ومختصره (MRP) هو واحد من ثلاثة أنظمة حديثة فى الإنتاج . والنظامان الآخران هما : نظام الوقت المحدد (Just-In-Time) وتكنولوجيا الإنتاج المثلى (Optimized Production Technology) . وهذه الأنظمة تتنافس فيما بينها كأنظمة كفنة فى التخطيط والجدولة والسيطرة على الإنتاج ووضع الطلبات ، وخفض المخزون إلى الحد الأدنى لتحقيق الميزة التنافسية فى البيئة الصناعية الحديثة .

إن تخطيط الاحتياجات من المواد نظام تم تطويره فى خط العمل الساخن فى الصناعة وليس من قبل الباحثين والأكاديميين ؛ فقد وجدت تطبيقات صناعية عديدة لهذا النظام قبل سنوات من وجوده فى المقررات الأكاديمية ؛ حيث كان يعالج بكفاءة عالية مشكلات مهمة فيما يتعلق بالحصول على المواد المطلوبة بالكميات المطلوبة وبالوقت المطلوب بعيداً عن نماذج المخزون ، وبخاصة نماذج نقطة إعادة الطلب التى تولد طلبيات بحجم ثابت حتى فى فترات عدم وجود طلبية (أى الطلب صفر) ؛ مما يؤدى إلى تحمل كلفة عالية للاحتفاظ بالمخزون ، ولقد تم استخدام هذا النظام فى أواخر الستينيات ، واكتسب شعبية كبيرة فى السبعينيات بعد حملة تخطيط الاحتياجات من المواد التى قامت بها الجمعية الأمريكية للسيطرة على الإنتاج والخزين (APICS) وأنصاره المتحمسين مثل أورلىكى وبلوسل (J.A.Orlicky and G.W.Plossl) . فخلال الفترة من (١٩٧١-١٩٧٦م) ازداد عدد الشركات التى أخذت بهذا النظام من (١٥٠) شركة إلى (١٠٠٠) شركة خاصة ، وإن شركة (IBM) دعمت استخدام هذا النظام ، وذلك بتنفيذ ما أسمته بنظام السيطرة المتكامل على الصنع بمساعدة الحاسبة (COPICS) .

ولأن نظام تخطيط الاحتياجات من المواد يساعد على الإجابة بكفاءة عن أسئلته مهمة مثل : كم يطلب من المواد الضرورية فى إنتاج كل جزء ، ولماذا يطلب ، ومتى يطلب ؟ وما هى الطلبات المفتوحة وحجم المخزون المتاح ... إلخ ، كما أن منطق المعالجة فى هذا النظام يحدد بدقة عالية الاحتياجات الكلية والصافية من المواد ، وبالتالي الملاءمة الفعالة بين هذه الاحتياجات والسعة - لهذا كله فقد بذلت جهود كبيرة لتوسيع هذا النظام واستخدامه فى مجالات أوسع ، كما فى تطوير نظام تخطيط الموارد الصناعية (Manufacturing Resource Planning) ومختصره (MRP) ، ومجالات أخرى كما فى تخطيط موارد التوزيع (Distribution Resource Planning) .

## ٩-٢- رؤية كلية لتخطيط الاحتياجات من المواد :

فى أواخر عقد الستينيات شهد الاقتصاد الأمريكى تباطؤاً ملحوظاً فى النمو وإخفاقات واضحة فى قطاع الأعمال ؛ جراء انخفاض الإنتاجية وظهور المنافسة الأوربية واليابانية . ومع تزايد شعور الشركات الأمريكية بالإخفاق فى تصميم المنتجات وتدنى الجودة والإخفاق فى تحقيق رضا الزبائن بعد أن تزايدت شكاوهم ؛ أصبحت هذه الشركات على استعداد لتبنى أية أداة أو نظام جديد فى الإنتاج من أجل مواجهة هذه الظروف بكفاءة أكبر . فى هذه الظروف ظهر نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP) ؛ ليقدم وسيلة فعالة فى تخطيط وجدولة الإنتاج والسيطرة على حركة المنتجات والأجزاء والمواد فيه . وفى إطار عملية تخطيط الإنتاج ؛ فإن نظام (MRP) يمثل حلقة أساسية لربط خطة الإنتاج الإجمالية بتخطيط السعة . كما أن هذا النظام الذى استخدم بكفاءة عالية فى الإنتاج المتنوع حسب الطلب والمتعدد المراحل ؛ كان يعالج مشكلات معقدة فى جدولة العمليات ويتوصل إلى جدولة واقعية مرنة تساعد على تحقيق الاستجابة السريعة للتغيرات فى السوق ، وتحقيق الملاءمة الأفضل بين احتياجات السوق واحتياجات السعة . وبهذه الميزة فإن (MRP) كان يقدم مساهمة جدية فى

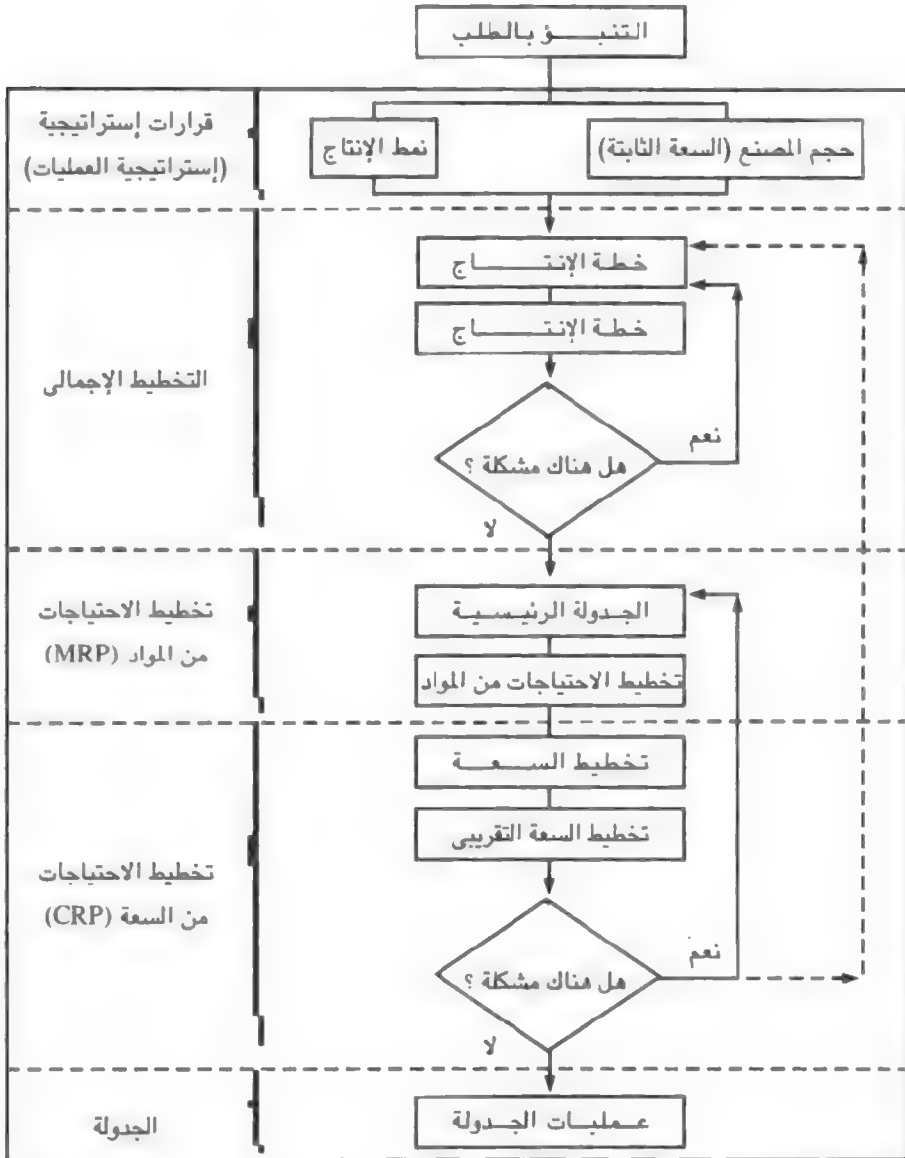
تحقيق الميزة التنافسية على المستوى الإستراتيجى . ولتوضيح ذلك ؛ نشير إلى أن نمط الإنتاج الواسع كان يحقق ميزة كلفة الوحدة الأدنى ، ولكنه يعانى من عدم القدرة على التنوع فى الاستجابة وصعوبة الاستجابة للتغيرات فى السوق ، وفى المقابل كان نمط الإنتاج حسب الطلب (وكذلك حسب الوجبة) يتميز بالتنوع ، إلا أنه يعانى من ضعف الكفاءة ؛ مما ينعكس على كلفة الوحدة وزيادتها . إلا أن نظام (MRP) استطاع أن يقدم معالجة فعالة وواقعية وسريعة نسبياً لمشكلات الجدولة من جهة وتقليص كلفة إنتاج الطلبيات من خلال خفض الخزين إلى الحد الأدنى ؛ وذلك بدقة توقيت استلام المواد والأجزاء من قبل مراكز العمل عند الحاجة إليها وتسليم الطلبيات فى مواعيدها المحددة ؛ مما يساعد على تحسين خدمة الزبائن من جهة أخرى .

إن الإنتاج المتنوع بكفاءة عالية يمثل نمط الإنتاج الحديث المطلوب فى سوق المنافسة ، وهذا ما يساهم فى تحقيقه هذا النظام الذى بقدر ما يتجاوز ما يدعى تفكير خط الإنتاج (Production-Line Thinking) الذى ساد النصف الأول من هذا القرن بدون منازع إلى تفكير خط الزبون (Customer-Line Thinking) ، وتحقيق ذلك بكفاءة ومرونة عالية . ويوضح الشكل رقم (٩ - ١) نظام (MRP) وعلاقته بعملية تخطيط الإنتاج ، حيث يظهر من الشكل علاقته بإستراتيجية العمليات والتخطيط الإجمالى من جهة وبتخطيط احتياجات السعة وعمليات الجدولة .

## ٩-٢ - تخطيط الاحتياجات من المواد والطلب التابع :

يمكن التأكيد على أن نماذج المخزون تستخدم فى السيطرة على المخزون بكفاءة فى حالات كثيرة ، إلا أن هذه النماذج ، نماذج نقطة إعادة الطلب والتى تولد طلبية بحجم ثابت من المواد المخزونة باستمرار - تكون غير ملائمة فى حالة الإنتاج المتعدد المراحل والطلب التابع على المواد والأجزاء ، وفى مثل هذه الحالات ؛ فإن نظام (MRP) يكون هو الأكثر ملائمة وكفاءة فى الاستخدام .

الشكل رقم (٩-١) : عملية تخطيط الإنتاج وتخطيط الاحتياجات من المواد



ولتوضيح ذلك نشير إلى أن نماذج المخزون تتعامل مع كل مادة أو جزء كطلب مستقل قائم بذاته ، ويتم احتساب كمية الطلبية الاقتصادية له في كل منتج بشكل منفصل ، ولكن عندما تدخل تلك المادة أو ذاك الجزء في أكثر من منتج ، فليس من الجدوى الاقتصادية ألا تحسب الاحتياجات من المادة أو الجزء مرة واحدة في جميع المنتجات التي تدخل فيها بغض النظر عن موقع استخدامها في هذا المنتج أو ذاك .

الواقع أن هذه المعالجة يقوم بها نظام (MRP) بكفاءة عالية ، ولنا أن نتصور أهمية هذه المعالجة التي يقدمها هذا النظام في شركة كبيرة تقوم بالتعامل مع منتجات عديدة وكل منتج يكون ذا مستويات متعددة من الأجزاء والمكونات المطلوبة بكميات متباينة في مراحل الإنتاج المختلفة حيث تصبح السيطرة على هذه الأجزاء والمكونات المطلوبة بكميات متباينة في مراحل الإنتاج المختلفة - مسألة معقدة وبالأغة الصعوبة ونظام (MRP) يقوم بهذه السيطرة ببراعة وقدرة مع مخزون أقل وكلف احتفاظ أدنى .

كما أن نماذج المخزون تكون جيدة في حالة الطلب المستقل ، والطلب المستقل هو الذي لا يرتبط بالطلب على مادة أخرى ، فهو إذن يتعلق بالمنتجات النهائية أو المواد المخزونة لغرض الإيفاء بطلب الزبون . وحيث إن الطلب المستقل غير معروف ؛ لذا يجب التنبؤ به ؛ وهذا ما يجعل نماذج الكمية الطلبية الاقتصادية هي الملائمة ، خلافاً لحالة الطلب التابع أو المشتق ، فمثلاً إن الطلب على السيارات (منتج نهائي) يكون طلباً مستقلاً ، في حين أن الطلب على محركات السيارة أو الإطارات أو الأبواب يكون طلباً تابعاً ؛ لأنه يرتبط ويعتمد على الطلب على السيارات .

وللتنبؤ بالطلب المستقل في نماذج المخزون عادة ما تستخدم الطرق الإحصائية للتنبؤ ، كما يتم التعامل معه كطلب مستمر خلال الفترة التي يغطيها التنبؤ ، أي أن يتم توزيع الطلب المتنبأ به بصيغة المتوسط للفترات الجزئية التي يغطيها التنبؤ وخلافه في حالة الطلب المنفصل أو المتكتل (Discrete or Lumpy) ؛ حيث إن الطلبيات قد لا تأتي بشكل منتظم والاحتياجات إلى الأجزاء عندئذ لا يمكن احتسابها كمتوسط في كل الفترات ؛ فمثلاً عندما تكون هناك طلبية على جزء ؛ فإن الطلب يكون في مستوى عالٍ ، وعندما لا تكون هناك طلبية ؛ فإن الطلب على الجزء يكون صفراً . إن نظام



(MRP) يراعى خصائص الطلب المتكامل ، ويطلب الأجزاء حسب الاحتياجات ، وليس حسب متوسطات إحصائية كما هو الحال فى الكمية الثابتة أو الفترة الثابتة فى نماذج المخزون ؛ لهذا فإن نظام (MRP) لا يعتمد على التقديرات . وإنما على جدولة الإنتاج الرئيسية فى تحديد احتياجات المنتج النهائى وعلى استثماره أو قائمة المواد لتحديد الاحتياجات الكلية من الأجزاء المكون للمنتج النهائى .

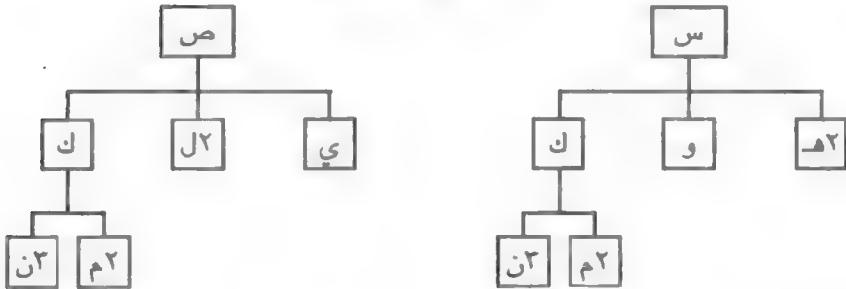
ولتوضيح هذه الجوانب لنفترض أن لدينا طلبيات على منتوجين (س) ، (ص) كما فى الجدول رقم (٩-٢) .

الجدول رقم (٩-٢) : الطلبيات على المنتجين (س) و(ص)

المنتجات	١	٢	٣	٤	٥	٦
المنتج س	٣٠٠	١٥٠	٢٠٠	صفر	٥٠	١٠٠
المنتج ص	٢٠٠	صفر	صفر	٣٠٠	٤٠٠	١٥٠

ولنفترض أن تركيبة المنتجين هي كما فى الشكل رقم (٩-٣) .

الشكل رقم (٩-٣) : تركيبة المنتجين (س) ، (ص)



يلاحظ من الشكل رقم (٩-٣) وجود أرقام إلى جانب الأجزاء ، وهى تشير إلى عدد وحدات الجزء اللازمة لكل وحدة من المنتج .

وفى الشكل أيضاً نجد أن المنتج (س) يتكون من ثلاثة أجزاء . هى : الجزء (هـ) بوحدين ، والجزء (و) والجزء (ك) بوحدة واحدة ، يتكون الجزء (ك) من جزأين فرعيين هما (م) بوحدين و(ن) بثلاث وحدات . والمنتج (ص) يتكون من ثلاثة أجزاء أيضاً هى جزأى (ى) و(ك) بوحدة واحدة والجزء (ل) بوحدين ويتكون الجزء (ك) من جزأين هما (م) بوحدين و(ن) بثلاث وحدات ، ويمكن أن نشير إلى بعض الملاحظات من هذا الشكل وهى كالتالى :

أولاً : إن الطلب على المنتجين ليس مستمراً وإنما هو متكتل فى الفترات ، فهناك فى الفترات (١) (٢) و(٣) طلبيات على المنتج (س) ، فى حين يكون الطلب صفراً فى الفترة (٤) ، وكذلك الطلب على المنتج (ص) يكون متكتلاً وليس مستمراً .

ثانياً : إن نماذج المخزون تعالج هذا النوع من الطلب ، كما تعالج الطلب المستمر وتحسب كمية الطلبية الاقتصادية ، وبهذا يتم الاحتفاظ بمخزون كبير فى الفترات التى يكون فيها الطلب صفراً ، وهذا غير مبرر من الناحية الاقتصادية ، فى حين أن نظام تخطيط الاحتياجات من المواد يحسب الاحتياجات حسب الفترات ، وبالتالي لا تكون هناك طلبية على المنتج (وبالتالى على الأجزاء المكونة له) عندما يكون الطلب صفراً .

ثالثاً : إن تركيبة المنتجين (س) و(ص) تتشابه فى الجزء (ك) وأجزائه الفرعية (م) و(ن) . وفى نماذج المخزون تحسب كمية الطلبية الاقتصادية للمنتج (س) و(ص) ، وبالتالي لأجزائهما كل على انفراد ، وهذا قد لا يكون مبرراً من الناحية الاقتصادية ومن حيث مستوى المخزون ، فى حين أن نظام تخطيط الاحتياجات يحسب الاحتياجات الكلية للأجزاء (ك) ، (م) و(ى) معاً ، وهذا بدوره يقلص الاستثمار فى المخزون ويحقق جدولة واقعية .

إن الجدول رقم (٩-٤) يوضح المقارنة بين نظام تخطيط الاحتياجات من المواد ونموذج كمية الطلبية الاقتصادية .

## الجدول رقم (٩-٤) : المقارنة بين (MRP) و (EOQ)

نظام تخطيط الاحتياجات من المواد	نموذج كمية الطلبية الاقتصادية
١- موجه إلى المنتج / الجزء .	١- موجه إلى المادة (كمادة نهائية أو جزء منفصل) .
٢- الطلب تابع أو مشتق .	٢- الطلب مستقل .
٣- الطلب متكتل / منفصل .	٣- طلب المادة مستمر .
٤- لا طلب في فترة التجهيز (أو وقت انتظار الإنتاج أو الشراء) .	٤- الطلب مستمر في فترة التجهيز .
٥- مؤشر الطلبية زمنية (على أساس زمني) .	٥- مؤشر الطلبية إلى نقطة إعادة الطلب .
٦- قاعدة النظام هي الطلبية أو الإنتاج المستقبلي .	٦- قاعدة النموذج هي البيانات التاريخية كأساس في التنبؤ بالطلب .
٧- النظام يقوم على الكمية والوقت .	٧- النموذج على الكمية .
٨- مخزون الأمان للمواد النهائية عادة .	٨- مخزون الأمان لجميع المواد .

## ٩-٤ - مكونات نظام تخطيط الاحتياجات من المواد :

إن نظام الاحتياجات من المواد هو نظام ذو إجراءات متعاقبة ومعالجة منطقية تتم بمساعدة الحاسبة ، وبهذا المعنى فإن نظام (MRP) هو عبارة عن نظام معلومات . وكما يرى كوك ورسيل (Cook and Russell) فإنه أداة لتحديد متى توضح طلبية المواد وكيفية إعادة جدولة الطلبيات لضبط التغيرات في تقديرات الطلب في جدولة الإنتاج الرئيسية ، كما عرفه أورليكي (J.A.Orlicky) بأنه "النظام الذي يحوى مجموعة من الإجراءات المنطقية المترابطة المصممة لترجمة جدولة الإنتاج الرئيسية إلى الاحتياجات الصافية في الأوقات المحددة والمخططة لتغطية هذه الاحتياجات من الأجزاء لتنفيذ الجدولة" ، ومن الواضح أن هذا التعريف هو الأكثر تعبيراً عن المضمون العملي لهذا النظام في إطار عملية التخطيط . أما شرويدر (R.G.Schroeder) فيرى أن الاستخدام الكفء لهذا النظام يفرض متطلبات أساسية ، وهى :

١- وجود جدولة إنتاج رئيسة واقعية .

- ٢- أن تكون قائمة المواد أو تركيبة المنتج دقيقة لكل منتج وتتضمن جميع الأجزاء المكونة للمنتج وتعكس كيفية صنعه .
- ٣- استخدام رمز واحد أو رقم جزء واحد لكل مادة من المواد المستخدمة لأغراض المخزون أو الإنتاج .
- ٤- اكتمال ملف بيانات حالة المخزون : حيث إن النظام لا يكتمل ولا يعمل بكفاءة بدون بيانات المدخلات الدقيقة .
- ٥- أن تكون أوقات الانتظار الخاصة بالتوريد والشراء والإنتاج معروفة لكل مادة من المواد المستخدمة عند استخدام هذا النظام .  
يمكن أن يحقق نتائج مهمة وهذه النتائج هي :  
أ - خفض المخزون : حيث إن هذا النظام يساعد على إنتاج الجزء عند الطلب وتجنب كلفة المخزون الزائد .  
ب - تحسين خدمة الزبون : إن نسبة الطلبات المتأخرة يمكن أن تنخفض بنسبة (٧٥٪) باستخدام هذا النظام .  
ج - خفض أوقات الانتظار في الإنتاج والتسليم : حيث إن هذا النظام يحدد كميات المواد والأجزاء ، التوقيات ، المخزون المتاح ، أنشطة الشراء والإنتاج المطلوبة بدقة أكبر ؛ مما يساعد على تقليص أوقات انتظار الإنتاج والإيفاء بالمواعيد المحددة للتسليم .  
د - قدرة أكبر على إعادة الجدولة والاستجابة للتغيرات غير المتوقعة بسبب المواعيد المحددة ، وتوفير البيانات المحدثة عن المواد وتوقيتاتها وأنشطة الإنتاج والشراء .  
هـ - قدرة أكبر على المساعدة في تخطيط السعة والأسبوعية : حيث إن هذا النظام لا يساعد فقط في تعجيل الطلبات الساخنة ، بل يساعد في تبطين الطلبات التي يجب أن تتأخر .  
و - زيادة الكفاءة : إن هذا النظام يحقق التنسيق المحكم بين مراكز العمل المختلفة فيما يتعلق بتقديم المنتج ، وبالنتيجة فإن الإنتاج يمكن أن ينجز بأقل عدد من الأفراد غير المباشرين ، وكذلك جعل تعجيل المواد والتوقيات غير المخططة بالحد الأدنى .

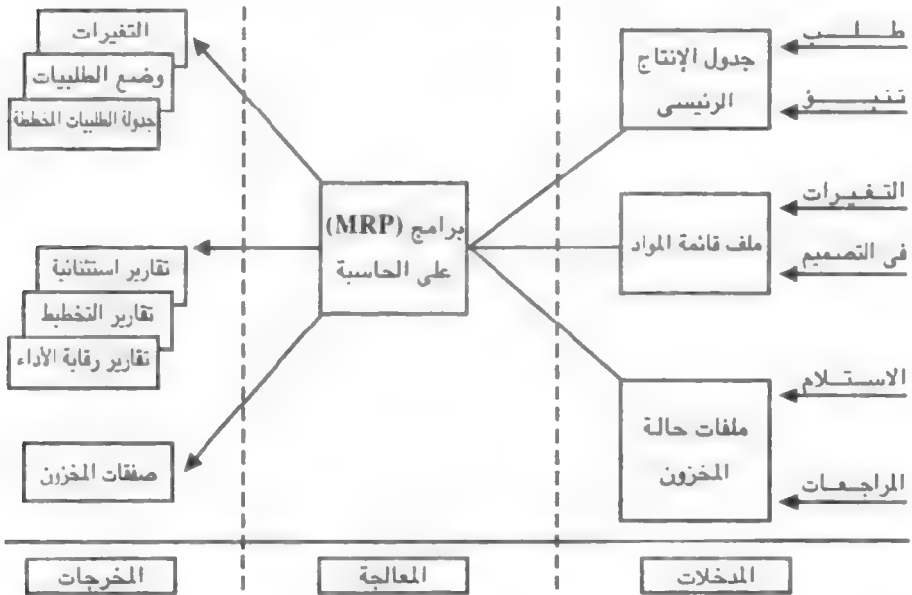
أما مكونات نظام (MRP) فإن الشكل رقم (٩-٥) يوضح هذه المكونات من خلال الرؤية النظامية الشاملة ، وسنحاول فيما يأتي أن نعرض لهذه المكونات .

### أولا : جدول الإنتاج الرئيسى :

إن جدول الإنتاج الرئيسى (MPS) من المدخلات الأساسية لنظام (MRP) ، وهى تحدد المنتجات التى سيتم إنتاجها، ومتى يتم إنتاجها وماهى كمياتها المطلوبة ، ويتم حسابه من طلبات الزبائن المقدمة إلى المصنع أو من التنبؤ بالطلب .

ولأن جدول الإنتاج الرئيسى يحدد ما ينتج من المنتجات النهائية : لذلك فإنها تسيطر على الأنشطة الرئيسية لنظام (MRP) فيما يتعلق بتوقيت شراء المواد وإنتاج الأجزاء التى تكون ضرورية للإيفاء بمخرجات جدول الإنتاج الرئيسى نفسها .

### الشكل رقم (٩-٥) : نظام تخطيط الاحتياجات من المواد المعالجة



ولنفرض أن المصنع تلقى الطلبات الآتية على منتجاته :

- الطلبية الأولى (٥٠٠) وحدة على المنتج (ك) مطلوب تسليمها نهاية الأسبوع الخامس .
- الطلبية الثانية (٧٠٠) وحدة على المنتج (ك) مطلوب تسليمها نهاية الأسبوع الثامن .
- الطلبية الثالثة (١٠٠٠) وحدة على المنتج (ل) مطلوب تسليمها نهاية الأسبوع الثالث .
- الطلبية الرابعة (٣٠٠) وحدة من المنتج (ل) مطلوب تسليمها نهاية الأسبوع السابع .

ما هو جدول الإنتاج الرئيسى لهذه الطلبات ؟

إن الشكل رقم (٩-٦) يوضح هذا الجدول .

الشكل رقم (٩-٦) جدول الإنتاج الرئيسى للمنتجين (ك) و(ل)

الفرات (بالأسابيع)	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٩
المنتج (ك)					٥٠٠			٧٠٠
المنتج (ل)			١٠٠٠				٣٠٠	

وبشكل عام ، فإن جدول الإنتاج الرئيسى يقوم بوظيفتين الأولى : أن هذا الجدول يعتبر الأساس فى تخطيط المواد والأجزاء الداخلة فى إنتاج أو تجميع المنتج النهائى وكذلك فى تخطيط الأسبقية والسعة ، والثانية : أنها تقدم البيانات عن تقدير الاحتياجات طويلة الأمد ؛ حيث يكون الجدول بمثابة بيانات تاريخية تستخدم للتنبؤ بالطلب . ويوضح المثال رقم (٩-١) جوانب أخرى من جدول الإنتاج الرئيسى . ومن أجل فهم المثال لابد من الإشارة إلى أن وجبة الإنتاج هى معدل الإنتاج فى الفترة التى يكون مخزون البداية فى تلك الفترة أقل من الطلب ؛ مما يتطلب وجبة الإنتاج للإيفاء بالطلب .

## المثال (٩-١) :

أحد المصانع يقوم بتجميع أحد الأجهزة الكهربائية ، وقد توفرت البيانات الواردة في الجدول أدناه ، علماً بأن مخزون البداية في المصنع (٦٠) وحدة ، وأن حجم وجبة الإنتاج في المصنع (٨٠) وحدة .

المطلوب : وضع جدول الإنتاج الرئيسي واحتساب مخزون البداية والنهاية للفترات المذكورة في الجدول .

الأسابيع										مخزون البداية = ٦٠ وحدة
١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	وجبة الإنتاج = ٨٠ وحدة
٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٤٠	٥٠	٤٠	٣٠	٥		الطلب المتوقع
	٥			٥			٥			طلب المصانع الأخرى
				٥	١٠	١٠	٣٠	٤٠	٤٠	طلبات الزبائن
						٥		١٠	١٥	طلبات المستودع

الحل : الاحتياجات الكلية في كل أسبوع تتحدد بجمع الطلب المتوقع والطلبات في ذلك الأسبوع ، فمثلاً :

الاحتياجات الكلية في الأسبوع (١) =  $٤٠ + ١٥ = ٥٥$  وحدة .

الإنتاج المطلوب يتحدد كالآتي :

الإنتاج يكون بمقدار وجبة الإنتاج إذا كان :

مخزون البداية < الاحتياجات الكلية

ولا حاجة لإنتاج وجبة إنتاج إذا كان :

مخزون البداية > الاحتياجات الكلية

في الأسبوع (١) =  $٥٥ - ٦٠ = ٥$  وحدات (لا حاجة للإنتاج) .

فى الأسبوع (٢) = ٥٥ - ٥ = ٥٠ وحدة مطلوبة (لذا جدول فى وجبة الإنتاج) .  
 مخزون النهاية = (مخزون البداية + وجبة الإنتاج) - الاحتياجات الكلية  
 مخزون النهاية فى الأسبوع (٢) = (٩٠ + ٥) - ٥٥ = ٤٠ وحدة .  
 وبإجراء هذه الحسابات لكل الفترات يمكن التوصل إلى جدول الإنتاج الرئيسى الآتى :

الأسابيع										البداية = ٦٠
١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	وجبة الإنتاج = ٩٠ وحدة
٥٠	٥٥	٥٠	٥٠	٥٠	٦٠	٥٥	٦٥	٥٥	٥٥	الاحتياجات الكلية
١٥	٧٠	٣٠	٨٠	٤٠	١٠	٦٥	٤٠	٥	٦٠	مخزون البداية
٩٠	-	٩٠	-	٩٠	٩٠	-	٩٠	٩٠	-	الإنتاج
٥٥	١٥	٧٠	٣٠	٨٠	٤٠	١٠	٦٥	٤٠	٥	مخزون النهاية

## ثانياً : قائمة المواد (Bill-Of-Material) :

إن قائمة المواد (BOM) تتضمن جميع الأجزاء ، المواد الأولية ، والتجميعات الفرعية المطلوبة لإنتاج وحدة واحدة من المنتج النهائى : لهذا فإن كل منتج نهائى له قائمة المواد الخاصة به . ويتم التعبير عن المنتج فى قائمة المواد من خلال تركيبة المنتج ، ويمكن أن تعرف قائمة المواد بأنها وثيقة هندسية تصف تفاصيل مكونات (صنع أو تجميع) المنتج المتضمنة كل الأجزاء وتعاقبها وكميتها اللازمة لكل وحدة من المنتج ومراكز العمل التى تحقق هذا التعاقب . أما تركيبة المنتج فتعرف بأنها مستويات الأجزاء اللازمة لإنتاج المنتج النهائى : حيث المنتج النهائى يمثل المستوى (صفرأ) عند المستوى الأعلى والأجزاء اللازمة والمكونة له تكون المستويات الأدنى (١) و(٢) وهكذا .

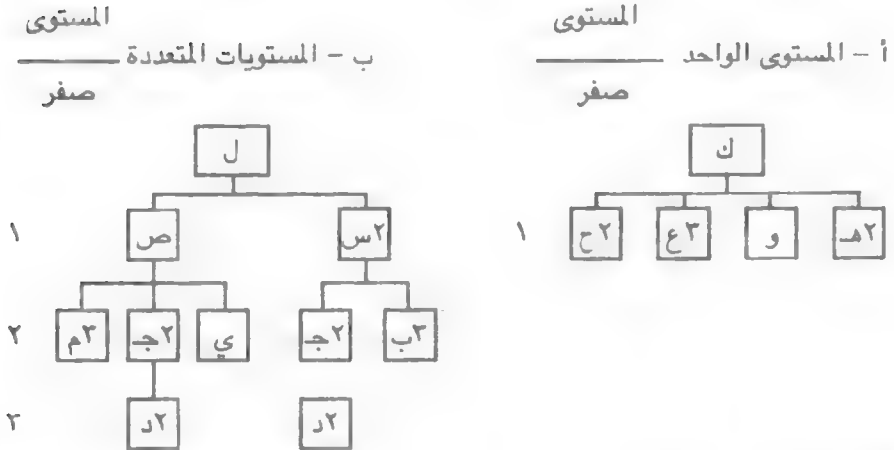


ويتم الحصول على المعلومات الضرورية لإعداد قائمة المواد وتركيبية المنتج من وثائق تصميم المنتج وتحليل تدفق العمل والوثائق الأخرى المتعلقة بالتصنيع القياسي والهندسة الصناعية . وبهذه المعلومات تتم تجزئة المنتج النهائي - الذى يتم إعداد جدول إنتاج رئيسى له - إلى الأجزاء المكونة له فى تركيبية المنتج ذات المستوى الواحد أو ذات المستويات المتعددة . إن تركيبية المنتج ذات المستوى الواحد تشمل المنتج والأجزاء المكونة له مباشرة . وهذه تعتبر حالة خاصة ، ويوضح الشكل رقم (٩-٧-أ) هذه الحالة .

أما تركيبية المنتج ذات المستويات المتعددة ، فإنها تكون ذات هيكلية تشبه الهرم متعدد المستويات ، والشكل رقم (٩-٧-ب) يمثل هذا النوع .

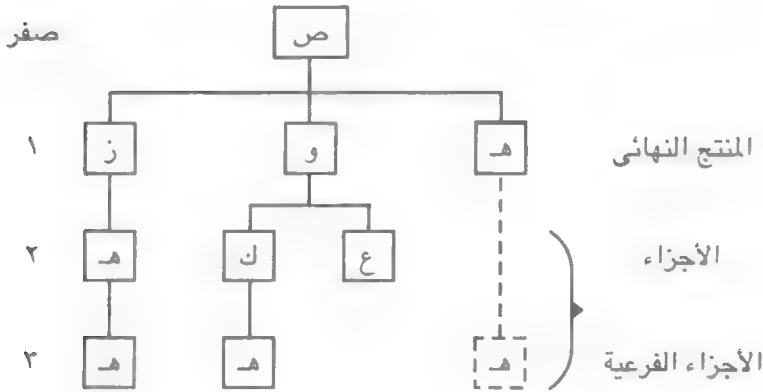
ويمكن تحديد مزايا تركيبية المنتج فى أنها مفيدة لتحديد كمية الاحتياجات من الأجزاء فى كل وحدة من المنتج ، ومن ثم الاحتياجات الكلية من الأجزاء ؛ وذلك بضرب عدد وحدات الجزء الداخلة فى وحدة المنتج النهائى بالكمية المطلوبة من المنتج النهائى (حجم الطلبية) والمثال رقم (٩-٢) يوضح ذلك .

الشكل رقم (٩-٧) تركيبية المنتجين (ك) و(ل)



وعند احتساب الاحتياجات يتم البدء بذلك من الأعلى إلى الأسفل : فالاحتياجات من المنتج النهائي (ك) أو (ل) عند المستوى صفر تحدد فى جدول الإنتاج الرئيسى ، ثم تحدد الأجزاء فى المستوى (١) بالنسبة للأجزاء المكونة لكل من المنتج (ك) و(ل) وبعدها المستوى (٢) و(٣) بالنسبة للأجزاء الفرعية المكونة للمنتج (ل) حتى يتم الانتهاء من كل المستويات . وفى عملية الاحتساب يجب مراعاة ما يسمى بترميز المستوى الأدنى ، أى أن يتم وضع المادة أو الجزء الذى يظهر فى عدة مستويات فى تركيبة المنتج فى المستوى الأدنى كما مبين فى الشكل (٨-٩) بالنسبة للجزء (هـ) .

الشكل رقم (٨-٩) : ترميز المستوى الأدنى للجزء (هـ)



يلاحظ من الشكل (٨-٩) أن الجزء (هـ) يظهر فى ثلاثة مستويات (الخطوط المستمرة) ، وحسب ترميز المستوى الأدنى يتم تعديل تركيبة المنتج : ليظهر الجزء فى أدنى مستوى من المستويات الثلاثة وهو المستوى (٣) ، وهذا ما توضحه الخطوط المنقطعة للجزء (هـ) .

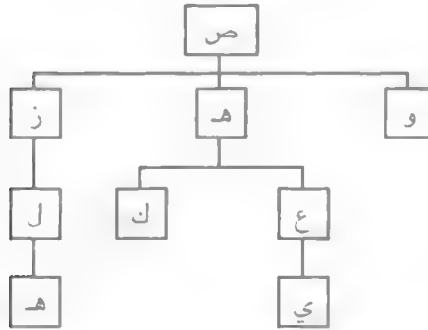
والسؤال الذى يمكن أن يطرح فى هذا المجال هو : ماذا يحدث إذا كان الجزء الذى يظهر فى مستويات متعددة لا يمكن خفضه : لأنه يتكون من أجزاء فرعية متعددة كما فى الشكل رقم (٩-٩) بالنسبة للجزء (هـ) .

والإجابة يمكن وضعها فى شقين :

الأول : إن ترميز المستوى الأدنى لا يتحدد بالمواد أو الأجزاء الفرعية عند نهاية الفروع . وعند الأخذ بهذا فمن الممكن خفض الجزء (هـ) ومكوناته من الأجزاء الفرعية ليكون فى المستوى (٢) لتحقيق توافق المستوى الأدنى .

الثانى : إن الجزء (هـ) عندما يكون له نفس المكونات أو الأجزاء الفرعية أينما يظهر ، وإذا كان هناك استثناء كما فى الجزء الفرعى (هـ) فى المستوى الثالث ، فى هذه الحالة من الضرورى تغيير رمز أحدهما ليتم التمييز بينهما .

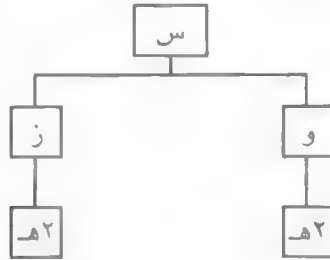
الشكل رقم (٩-٩) : تركيبة المنتج (ص)



وهناك حالة أخرى من الممكن أن تظهر فى تركيبة المنتج . وهى عندما يكون أحد الأجزاء الفرعية مثل (هـ) يظهر فى الجزأين المختلفين بنفس الكمية . وكما فى الشكل رقم (٩-١٠) ، فما العمل ؟

والإجابة ببساطة هى أن يتم تفادى مثل هذا الترميز للأجزاء والأجزاء الفرعية . وبالتالي توحيد رمز الجزأين (و) (ز) برمز واحد هو إما (و) أو (ز) للجزأين .

الشكل رقم (٩-١٠) : تركيبة المنتج (س)

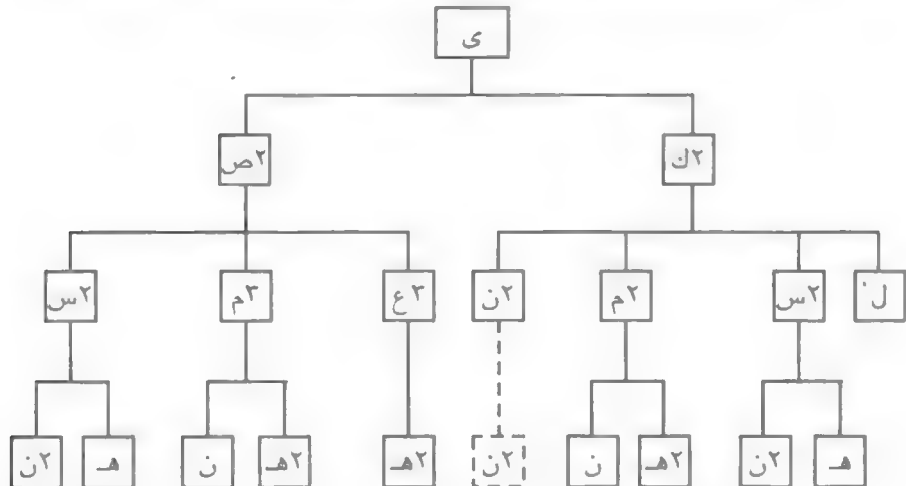


إن المثال (٩-٢) يوضح كيفية احتساب الاحتياجات الكلية من الأجزاء والأجزاء الفرعية باستخدام تركيبة المنتج .

## مثال (٩-٢) :

أدناه تركيبة المنتج (ي)

المطلوب : تحديد الاحتياجات الكلية من جميع الأجزاء (ك ، ل ، م ، ه ، ن ، س ، ع ، ص) ، إذا كان حجم المخرجات المطلوب تجميعها من المنتج (ي) هو (٥٠٠) وحدة .



الحل : يلاحظ أن ترميز المستوى الأدنى قد طبق على الجزء (ن) كما فى الخط المتقطع . والجدول التالى يوضح احتساب الاحتياجات لكل وحدة من المنتج والاحتياجات الكلية عند (٥٠٠) وحدة من المنتج (ى) . وهذه العملية هى ما يدعى بانفجار المنتج (Product Explosion) .

المستوى	الجزء	الاحتياجات لوحدة من (ى)	الاحتياجات الكلية ل (٥٠٠) وحدة من (ى)
١	ك	ك <sup>٢</sup>	ك <sup>٢</sup> × ٥٠٠ = ١٠٠٠
	ص	ص <sup>٢</sup>	ص <sup>٢</sup> × ٥٠٠ = ١٠٠٠
٢	ل	ل = ٢ × ج <sup>٢</sup>	ل <sup>٢</sup> × ٥٠٠ = ١٠٠
	س	س = (٢ × ص <sup>٢</sup> ) + (٢ × ك <sup>٢</sup> )	س × ٥٠٠ = ٤٠٠٠
	م	م = (٢ × م <sup>٢</sup> ) + (٢ × ج <sup>٢</sup> )	م × ٥٠٠ = ٥٠٠٠
	ع	ع = ٢ × ع <sup>٢</sup>	ع × ٥٠٠ = ٣٠٠٠
٣	هـ	هـ = (٢ × ٢ × هـ <sup>٢</sup> ) + (٢ × ٢ × هـ <sup>٢</sup> ) + (٢ × ٢ × هـ <sup>٢</sup> ) + (٢ × ٢ × هـ <sup>٢</sup> )	هـ × ٥٠٠ = ٢٠٠٠٠
	ن	ن = (٢ × ٢ × ن <sup>٢</sup> ) + (٢ × ٢ × ن <sup>٢</sup> ) + (٢ × ٢ × ن <sup>٢</sup> ) + (٢ × ٢ × ن <sup>٢</sup> )	ن × ٥٠٠ = ١٥٠٠٠

### ثالثا : ملف حالة المخزون :

إن ملف حالة المخزون من المدخلات الأساسية فى نظام (MRP) ، ويستخدم هذا الملف لخرن المعلومات حول كل جزء ، وهو يتضمن الاحتياجات الكلية من الجزء ، حسب الفترات ، الاستلام المجدول ، المخزون المتاح ، وتفاصيل أخرى مثل فترة التوريد أو الانتظار وحجم الوجبة ، إضافة إلى التغيرات فى الاستلام ، المسحوبات ، الطلبات الملغية ... إلخ . إن نظام (MRP) يجب أن يحافظ على ملف حالة المخزون بشكل

محدث لكل جزء فى تركيبة المنتج . وبهذه المعلومات الحديثة يمكن المحافظة على الحسابات الدقيقة لصفقات المخزون المخطط والفعلى ، وبالتالي تنفيذ جدول الإنتاج الرئيسى فى المواعيد المحددة بدون تأخيرات ناجمة عن أخطاء الحسابات المتعلقة بالمخزون المتاح ، إطلاق الطلبات ، والاستلام المجدول وغيرها . إن الجدول رقم (٩-١١) يتضمن التعريفات الأساسية لنظام (MRP) .

### الجدول رقم (٩-١١) : تعريفات أهم مصطلحات نظام (MPR)

- ١ - قائمة المواد (Bill-Of-Material) : وثيقة تصف تفاصيل بناء المنتج المتضمنة لكل الأجزاء المكونة له وتتابعها والكمية اللازمة لكل وحدة من ذلك المنتج ومراكز العمل التى تحقق التعاقب .
- ٢ - تركيبة المنتج (Product Structure) : هى مستويات الأجزاء والأجزاء الفرعية اللازمة لإنتاج المنتج النهائى ، حيث المنتج النهائى يمثل المستوى صفراً ، والأجزاء المكونة تكون عند المستويات الأدنى (١) و(٢) وهكذا .
- ٣ - مستوى المادة (Item Level) : الموقع النسبى للمادة (أو الجزء) فى تركيبة المنتج : فالمواد النهائية تكون عند المستوى الأعلى والمواد الأولية أو الأجزاء تكون عند المستوى الأدنى .
- ٤ - جدول الإنتاج الرئيسى (Master Production Schedule) : عبارة عن جدول يحدد كميات المنتج النهائى المراد إنتاجها أو تجميعها موزعة حسب الفترات الزمنية .
- ٥ - ملف حالة المخزون (Inventory Status File) : يمثل التوثيق والتسجيل الكامل لحالة المخزون من كل مادة أو جزء فى تركيبة المنتج وضمن ذلك تحديد المادة أو الجزء ، الكمية المتاحة ، مستوى مخزون الأمان ، ووقت الانتظار للشراء أو الإنتاج .
- ٦ - الاحتياجات الكلية (Gross Requirement) : الكمية الكلية المطلوبة من المادة أو الجزء خلال الفترة الزمنية للإيفاء بمستوى المخرجات المخططة التى يتم التوصل إليها من جدول الإنتاج الرئيسى .

- ٧ - الاستلام المجدول (Scheduled Receipt) : كمية المادة أو الجزء التي ستكون مستلمة من الموردين نتيجة الطلبات التي وضعت عليها (وهو أيضاً الطلبات المفتوحة Open Orders) .
- ٨ - استلام الطلبية المخطط (Planned Order Receipt) : كمية المادة أو الجزء التي تكون مطلوبة ، ومخطط استلامها عند بداية الفترة الزمنية اللازمة للإيفاء بالاحتياجات الصافية .
- ٩ - إطلاق الطلبية المخطط (Planned Order Release) : عملية إصدار أوامر الشراء أو الإنتاج ضمن فترة مخططة هي الفترة الممتدة بين إطلاق الطلبية والحاجة إليها ، وهذه الفترة هي وقت انتظار المادة .
- ١٠ - الاحتياجات الصافية : (Net Requirement) : الكمية الصافية من المادة أو الجزء الذي يجب الحصول عليه للإيفاء بالمرجات المجدولة في الفترة وتحسب :  
الاحتياجات الصافية = الاحتياجات الكلية - الاستلام المجدول في الفترة - المخزون المتاح من الفترة السابقة .
- ١١ - المخزون المتاح (Inventory On Hand) : كمية المادة أو الجزء المتوقع أن يكون متاحاً عند نهاية الفترة الزمنية للإيفاء بالاحتياجات في الفترة القادمة .
- ١٢ - انفجار المنتج (Product Explosion) : عملية تحديد الاحتياجات من المادة أو الجزء بالاعتماد على تركيبة المنتج وجدول الإنتاج الرئيسي .

### رابعاً : منطق المعالجة :

إن المكونات الثلاثة السابقة تمثل مدخلات نظام (MRP) ، وفي هذه الفقرة سنوضح آلية عمل النظام في تحديد الاحتياجات الصافية وإطلاق الطلبات المخططة للأجزاء من خلال ما يسمى بمنطق المعالجة في نظام (MRP) . ونقطة البدء في منطق المعالجة هي جدول الإنتاج الرئيسي الذي يحدد الكمية المطلوبة من المنتج النهائي حسب الفترات الزمنية (التي تعني موعد تسليمها في حالة الطلبات) ، حيث تمثل هذه الكمية الاحتياجات الكلية ، وبعد معرفة الاستلام المجدول من المنتج النهائي والمخزون

المتاح منه يمكن احتساب الاحتياجات الصافية من ذلك المنتج النهائي ، وبعد تحديد الاحتياجات الصافية ومعرفة وقت الانتظار أو فترة التوريد اللازمة لشراء أو إنتاج كمية الاحتياجات الصافية يتم توقيت إطلاق الطلبات المخططة من أجل استلامها في نفس الفترات المحددة في جدول الإنتاج الرئيسى . فمثلاً إذا كانت الكمية المطلوبة مجدولة في الأسبوع العاشر ، وكان وقت الانتظار (فترة التوريد) المطلوبة لذلك المنتج (٢) أسابيع ، إذن يتم إطلاق الطلبية في الأسبوع السابع : ليتم الاستلام المخطط في الأسبوع العاشر كما هو مجدول . وهذا يعنى أن منطق المعالجة في هذا النظام يعتمد على الجدولة من الخلف .

وبعد الانتهاء من معالجة المنتج النهائي يتم تكرار نفس المعالجة مع الأجزاء المكونة للمنتج النهائي والتي يمكن تحديدها من تركيبة المنتج وتحديد كميتها من خلال انفجار المنتج والأجزاء ، وبهذه الطريقة يتم تحديد الاحتياجات الكلية من كل جزء بتحويل الاحتياجات الصافية للمنتج النهائي إلى احتياجات كلية من الجزء المعنى ، ومن ثم تحديد الاحتياجات الصافية من ذلك الجزء بطرح الاستلام المجدول والمخزون المتاح من الجزء من الاحتياجات الكلية لذلك الجزء . بعدئذ يتم تحديد فترة إطلاق الطلبية المخطط ، ومن ثم استلام الطلبية المخطط عند الحاجة إليها ، وبنفس الطريقة يتم احتساب الاحتياجات الكلية والصافية لجميع الأجزاء .

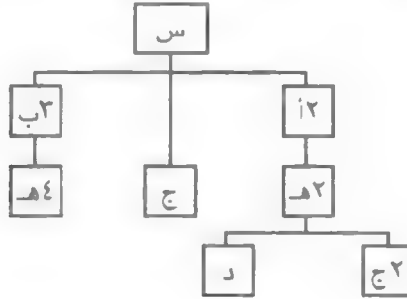
إن المثال (٩-٣) يوضح هذه الحسابات للاحتياجات الكلية والصافية وفترات إطلاق الطلبات المخططة واستلامها .

### مثال (٩-٣) :

الآتى تركيبة المنتج (س) ، فإذا كان وقت الانتظار لتجميع المنتج (س) أسبوعاً واحداً . وللجزأين (أ) و(هـ) أسبوعين ، وللأجزاء (ب) و(جـ) (د) أسبوعاً واحداً ، وكان هناك استلام مجدول مقداره (٥٠) وحدة من (أ) و(١٢٠) من (جـ) وحدة فى الأسبوع الثامن ، و(٦٠٠) وحدة من (هـ) فى الأسبوع الثالث . وكان هناك مخزون بداية من (د) مقداره (١٠٠) وحدة ، وأن الأسلوب المتبع فى تحديد حجم وجبة الإنتاج هو أسلوب تساوى الوجبة مع الاحتياج أى أسلوب وجبة لوجبة .



المطلوب : وضع جدول الإنتاج الرئيسي للمنتوج (س) وتحديد خطط الاحتياجات للأجزاء (أ ، ب ، ج ، د ، هـ) إذا كانت هناك طلبية بمقدار (٢٠٠) وحدة من المنتج (س) مطلوب تسليمها في الأسبوع السادس .



الحل :

جدول الإنتاج الرئيسي للمنتوج (س) :

الكمية (وحدة)	١	٢	٣	٤	٥	٦
الكمية (وحدة)						٢٠٠

يلاحظ من جدول الإنتاج الرئيسي أن الكمية المطلوبة هي (٢٠٠) وحدة مجدولة في الأسبوع السادس ، وهذه الكمية تنقل إلى خطة احتياجات المنتج (س) كما مبين في الجدول التالي لتمثيل الاحتياجات الكلية في الأسبوع السادس .

وحيث إنه ليس هناك استلام مجدول ولا مخزون متاح من الفترات السابقة : لهذا فإن الاحتياجات الكلية تسجل كاحتياجات صافية في الأسبوع السادس أيضاً . وحيث إن وقت الانتظار للمنتوج (س) هو أسبوع واحد : لهذا فإن إطلاق الطلبية المخطط يكون في الأسبوع الخامس ، وبالتالي استلام الطلبية المخطط في الأسبوع السادس . إن الاحتياجات الصافية للمنتوج (س) تنقل إلى خطة احتياجات الجزء (أ) لتمثل الاحتياجات الكلية ، ولأن كل وحدة من المنتج (س) تتطلب وحدتين من الجزء (أ) : لهذا فإن الاحتياجات الكلية من الجزء (أ) تكون (٤٠٠) وحدة (٢ × ٢٠٠) ، كما أن وقت انتظار المنتج (س) يؤخذ بالاعتبار : لهذا فإن (٤٠٠) وحدة كاحتياجات كلية من

الجزء (أ) تدخل في خطة احتياجات هذا الجزء في الأسبوع الخامس ، ولأن هناك استلاماً مجدولاً من الجزء (أ) مقداره (٥٠) وحدة في الأسبوع الأول : لهذا فإنه يؤخذ بالاعتبار أيضاً عند احتساب الاحتياجات الصافية ، ويدون في الأسبوع الثاني ، ويلاحظ أن الاستلام المجدول يسجل في صف الاستلام المجدول ويحول إلى مخزون متاح في الأسبوع الثاني أيضاً . ولأن وقت الانتظار لتجميع الجزء (أ) هو أسبوعان : فإن إطلاق الطلبية المخطط لذلك الجزء يكون في الأسبوع الثالث .

خطة الاحتياجات للمنتوج (س)

الأسابيع						المنتوج = س
٦	٥	٤	٣	٢	١	وقت الانتظار = أسبوع واحد
٢٠٠						الاحتياجات الكلية
						الاستلام المجدول
						المخزون المتاح
٢٠٠						الاحتياجات الصافية
٢٠٠						استلام الطلبات المخطط
	٢٠٠					إطلاق الطلبات المخطط

خطة احتياجات الجزء (أ)

الأسابيع						الجزء (أ)
٦	٥	٤	٣	٢	١	وقت الانتظار = أسبوعان
	٤٠٠					الاحتياجات الكلية
				٥٠		الاستلام المجدول
	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠		المخزون المتاح
	٢٥٠					الاحتياجات الصافية
	٢٥٠					استلام الطلبات المخطط
			٢٥٠			إطلاق الطلبات المخطط

## خطة احتياجات الجزء (ب)

الأسابيع						الجزء (ب)
٦	٥	٤	٣	٢	١	وقت الانتظار = أسبوع واحد
	٦٠٠					الاحتياجات الكلية
						الاستلام المجدول
						المخزون متاح
	٦٠٠					الاحتياجات الصافية
	٦٠٠					استلام الطلبات المخطط
		٦٠٠				إطلاق الطلبات المخطط

يلاحظ من الجدول أعلاه أن الاحتياجات الكلية من الجزء (ب) هي (٦٠٠) وحدة : وذلك لأن كل وحدة من المنتج (س) تتطلب ثلاث وحدات من الجزء (ب) ، ولأن الطلب على المنتج (س) هو (٢٠٠) وحدة : لهذا فإن الطلب على الجزء (ب) يكون (٦٠٠) وحدة . وحيث إن المنتج (س) كان إطلاقه المخطط في الأسبوع الخامس : فإن الاحتياجات الكلية من الجزء (ب) تظهر في الأسبوع الخامس أيضاً ، ولعدم وجود استلام مجدول أو مخزون متاح من الجزء (ب) : فإن الاحتياجات الكلية تصبح هي الاحتياجات الصافية ، ولأن وقت الانتظار للجزء (ب) هو أسبوع واحد : لهذا فإن إطلاق الطلبية لهذا الجزء سيكون في الأسبوع الرابع كما مبين في الجدول .

ولإعداد خطة احتياجات الجزء (ج) فيمكن أن نلاحظ من خطة احتياجات الجزء (أ) أن احتياجاته الصافية هي (٢٥٠) وحدة ، ولأن كل وحدة من الجزء (أ) تتطلب وحدتين من (ج) : فهذا يعني أن احتياجاته الكلية ضمن الجزء (أ) هي (٧٠٠) وحدة ، وبالإضافة إلى ذلك فإن كل وحدة من المنتج (س) تتطلب أيضاً وحدة من (ج) ، وأن الاحتياجات الصافية من (س) هي (٢٠٠) وحدة : لذا فإن احتياجات (ج) هي (٩٠٠) وحدة ، وهذه تضاف إلى (٧٠٠) وحدة : فتكون الاحتياجات الكلية من (ج) هي (٩٠٠) وحدة . ويلاحظ أن إطلاق طلبية المخطط للمنتج (س) هو في الأسبوع الخامس ، وإطلاق الطلبية المخططة من الجزء (أ) هو في الأسبوع الثالث : لهذا فإن الاحتياجات الكلية من الجزء الفرعي (ج) تظهر في الأسبوع الثاني بالاعتماد على (أ) أي حسب الوقت الأبعد . ويظهر أيضاً من خطة احتياجات (ج) أن هناك استلاماً مجدولاً بمقدار

(١٢٠) وحدة فى الأسبوع الأول تتحول إلى مخزون متاح : فتكون الاحتياجات الصافية هى (٧٨٠) وحدة (أى ٩٠٠ - ١٢٠) . ولأن وقت الانتظار للجزء الفرعى (ج) هو أسبوع واحد : فإن إطلاق (ج) سيكون فى الأسبوع الأول .

ولإعداد خطة احتياجات (د) فيمكن أن نلاحظ من خطة احتياجات الجزء (آ) أن احتياجاته الصافية هى (٢٥٠) وحدة : مما يجعل الاحتياجات الكلية من (د) هى (٧٥٠) وحدة . والتي تظهر فى الأسبوع الثالث . ولا يوجد استلام مجدول من (د) . وإنما هناك مخزون بداية بمقدار (١٠٠) وحدة : لهذا يكون صف الاستلام المجدول فارغا ، بينما صف المخزون متاح يظهر فيه مقدار (١٠٠) فى الأسبوع الأول وما بعدها : لتكون الاحتياجات الصافية (٢٥٠) وحدة وإطلاق الطلبية فى الأسبوع الثانى .

الأسابيع						الجزء - (ج)
٦	٥	٤	٣	٢	١	وقت الانتظار - أسبوع واحد
			٩٠٠			الاحتياجات الكلية
				١٢٠		الاستلام المجدول
			١٢٠	١٢٠		المخزون متاح
			٧٨٠			الاحتياجات الصافية
			٧٨٠			استلام الطلبيات المخطط
				٧٨٠		إطلاق الطلبيات المخطط

#### خطة احتياجات (د)

الأسابيع						الجزء - (د)
٦	٥	٤	٣	٢	١	وقت الانتظار - أسبوع واحد
			٢٥٠			الاحتياجات الكلية
						الاستلام المجدول
			١٠٠	١٠٠	١٠٠	المخزون متاح
			٢٥٠			الاحتياجات الصافية
			٢٥٠			استلام الطلبيات المخطط
				٢٥٠		إطلاق الطلبيات المخطط

من خطة احتياجات (هـ) يمكن أن نلاحظ أن كل وحدة من الجزء (ب) تتطلب أربع وحدات من (هـ) . وحيث إن الاحتياجات الصافية من (ب) هي (٦٠٠) وحدة ؛ لهذا فإن الاحتياجات الكلية من (هـ) تساوى (٢٤٠٠) وحدة . ولأن إطلاق الطلبية المخطط للجزء (ب) كان فى الأسبوع الرابع ؛ فإن الاحتياجات الكلية من (هـ) تظهر فى الأسبوع الرابع . وهناك استلام مجدول من (هـ) بمقدار (٦٠٠) وحدة فى الأسبوع الرابع ؛ لذا يسجل هذا فى الاستلام المجدول ؛ ليتحول إلى مخزون متاح ؛ مما يجعل الاحتياجات الصافية (١٨٠٠) وحدة ، ولأن وقت الانتظار بالنسبة إلى (هـ) هو أسبوعان ؛ لهذا يتم إطلاق الطلبية المخطط فى الأسبوع الثانى وكما مبين فى الجدول .

#### خطة احتياجات (هـ)

الأسابيع						الجزء = (هـ)
٦	٥	٤	٣	٢	١	وقت الانتظار = أسبوعان
		٢٤٠٠				الاحتياجات الكلية
			٦٠٠			الاستلام المجدول
		٦٠٠	٦٠٠			المخزون متاح
		١٨٠٠				الاحتياجات الصافية
		١٨٠٠				استلام الطلبيات المخطط
				١٨٠٠		إطلاق الطلبيات المخطط

### خامسا : مخرجات نظام تخطيط الاحتياجات من المواد

إن مخرجات نظام (MRP) تمثل مجموعة تقارير تتضمن معلومات كثيرة تساهم فى تحديد موقف الإدارة من أنشطة الإنتاج والشراء والمخزون والتعديلات فى الطلبات وغيرها ، ولعل هذا هو الذى يجعل البعض يعتبر هذا النظام بمثابة نظام معلومات ، ويمكن تصنيف مخرجات (MRP) إلى نوعين من التقارير هما :

١- التقارير الأساسية وهذه التقارير هى :

أ - جدولة الطلبيات المخططة التى تؤثر الكمية والتوقيت للطلبات المستقبلية .

ب - إطلاق الطلبيات : هذه التقارير تفوض تنفيذ الطلبيات المخططة .

ج - التغيرات في الطلبات المخططة : تتضمن التعديلات في مواعيد التسليم ، أو كميات الطلبات ، وكذلك إلغاء الطلبات .

٢- التقارير الثانوية : هي التقارير الاختيارية وتتمثل في :

أ - تقارير رقابة الأداء : تستخدم لتقييم عمليات النظام : حيث تساعد المديرين من خلال قياس الانحرافات عن الخطط وضمن ذلك الطلبات الخاطئة ، ونفاذ المخزون في تقييم الأداء وكلفته .

ب - تقارير التخطيط : تكون مفيدة في التنبؤ باحتياجات المخزون المستقبلية ، وهي تتضمن التزامات الشراء والبيانات الأخرى التي يمكن استخدامها في تحديد الاحتياجات المستقبلية من المواد .

ج- تقارير التوقعات أو الاستثنائية والتي توجه الاهتمام نحو المشكلات الأساسية مثل الطلبات المتأخرة أو المتجاوزة لمواعيد التسليم ، معدلات الخردة الزائدة ، أخطاء وضع التقارير ، والاحتياجات من أجزاء غير موجودة .

## سادساً : مفاهيم أخرى في نظام تخطيط الاحتياجات من المواد :

قبل أن تنتهي من موضوع مكونات نظام (MRP) نجد من الضروري تناول بعض المفاهيم والجوانب الأخرى في هذا النظام وهي احتساب الدورة ، الواقية الزمنية ، عصبية النظام ، وتعقب الأجزاء .

إن احتساب الدورة هو عملية منتظمة لحساب المخزون المتاح وتغييره حسب كميات المخزون التي تظهر في تخطيط الاحتياجات من المواد ، ولتحقيق ذلك فلا بد أن يكون ملف قيود المخزون دقيقاً ، وبدون ذلك فإن الجدولة ستكون محفوفة بمخاطر الارتباك والتأخير ، والاستلام يكون مضللاً : مما يعيق استخدام الموارد (العمل والآلات) بكفاءة في النظام ؛ لهذا فإن احتساب الدورة يساعد على مطابقة المخزون المتاح (وهو عنصر أساسي في منطق المعالجة في النظام) مع الكميات الظاهرة في سجلات (MRP) . وفي هذه العملية يتم احتساب الوحدات التالية المتوقعة في كل مرحلة من مراحل الإنتاج وفي المناولة والمخزن وبشكل دوري (يومي أو أسبوعي) : لتكون المعلومات محدثة وعملية لتعكس حسابات المخزون الفعلية .

أما الواقية الزمنية فهي تشير إلى المدى الزمني المحدد الذي يجب أن يمر بدون تغيير جدول الإنتاج الرئيسة وبعده يكون هذا التغيير مسموحاً ، ففي شركة تتعامل مع عدد كبير من المنتجات وكل منتوج يتكون من عدد كبير من الأجزاء (قد تكون بالعشرات أو المئات) ، فإن مثل هذه البيئة تكون معقدة ويصعب السيطرة عليها حتى عند استخدام نظام (MRP) حيث تكون هذه البيئة معرضة للإرباك ، وربما الفوضى إذا ما تركت التغييرات تتم فى أى وقت أو أى مرحلة من مراحل الإنتاج : لهذا تستخدم الواقية الزمنية لجعل هذه التغيرات فى حدود معينة تقع ضمن جدول الإنتاج الرئيسى . ويتم تحديد الواقية الزمنية بأخذ وقت التحميل الأطول ، وكذلك وقت الانتظار الأطول بالنسبة للمنتوج النهائى والأجزاء المكونة : لتكون هذه الأوقات ضمن جدول الإنتاج الرئيسية : لهذا فعند حدوث تغييرات تتطلب وقتاً محدوداً يمكن أن تبقى الجدولة ثابتة لوجود هذه الواقية الزمنية عندها تتم إعادة الجدولة ويصبح تغيير الجدولة مسموحاً .

وفى ضوء ذلك يمكن أن نوضح مفهوم عصبية النظام ، وهو يشير إلى العمليات غير الملائمة والشاذة التى تجرى فى النظام (MRP) بسبب التغيرات المتوقعة التى لم تؤخذ بالحسبان : لهذا فإن الواقية الزمنية تكون أداة مهمة فى تجنب عصبية النظام لوجود زمن احتياطى لمواجهة هذه التغيرات بدون أية تعديلات فى الجدولة .

أما تعقب الأجزاء فإن هذا المفهوم يشير إلى عملية التعقب خلال سجلات (MRP) وجميع المستويات فى تركيبة المنتوج لتحديد كيفية تأثير التغيرات فى سجلات جزء واحد على سجلات الأجزاء الأخرى ، فمثلاً عند احتساب المخزون المتاح ظهر أن هناك خطأ فى ذلك المخزون المتاح لجزء فى المستوى (١) ، فبدلاً من (١٠٠) وحدة من ذلك الجزء سجل (١٢٠) وحدة ، وكان لهذا الجزء أجزاء فرعية فى المستوى الثانى والثالث من تركيبة المنتوج : فإن عملية تعقب الأجزاء تحدد تأثير هذا الخطأ على الأجزاء والأجزاء الفرعية الأخرى .

## ٩-٥- تحديد النظام :

إن وصول الطلبات الجديدة يتطلب تحديث نظام (MRP) لأخذ التغيرات الخاصة بالكمية والتوقيت في جدول الإنتاج الرئيسى ، وحالة المخزون وتركيبه المنتج وأوقات الانتظار ، وهناك مدخلان لتحديث النظام هما :

أولاً : نظام إعادة التوليد (Regenerative System) : يقوم على التحديث الدورى لسجلات أو معلومات النظام ، وهو جوهرياً يرتبط بنظام وجبة الإنتاج حيث يفترض أن جميع التغيرات (الطلبية الجديدة والاستلام للمواد والأجزاء ووقت الانتظار) تظهر فى الفترة الزمنية التى تغطى الوجبة : لهذا فإن التحديث يتم بشكل دورى من فترة إلى أخرى ، أو من وجبة لأخرى ، وهذا النظام يكون ملائماً فى أنظمة الإنتاج المستقرة التى تكون التغيرات فيها متباعدة وغير متكررة ، ولكن لا يكون ملائماً فى الأنظمة المعرضة للتغيرات السريعة والمتكررة . إن ميزة هذا النظام تتمثل فى كلفته المنخفضة بسبب الفترات الزمنية المتباعدة نسبياً للتحديث ، فى حين أن عيبه الأساسى يتمثل فى الفاصلة الزمنية الدورية بين وقت حدوث التغيرات ووقت توليد المعلومات الجديدة لدمجها فى خطة احتياجات المواد .

ثانياً : نظام التغير الصافى (Net Change System) : فى هذا النظام فإن خطة الإنتاج أو خطة الاحتياجات من المواد تعدل وتغير : لتعكس التغيرات الحاصلة فور ظهورها دون انتظار الفترة الدورية للتحديث اللاحق كما فى النظام السابق . وفى هذا النظام فإن بعض الأجزاء المشتراة قد تعاد إلى المورد بسبب التلف ، وهذه المعلومات تدخل فى النظام حالاً : ولهذا فإن التغيرات تدخل أولاً بأول ولا حاجة لتوليدها فى فترات دورية . إن الميزة الأساسية لهذا النظام تتمثل فى التحديث المستمر : لذا يكون أكثر قدرة على التعامل مع بيئة الإنتاج التى تتسم بالتغيرات المتقاربة والمتكررة أما عيبه الأساسى فيتمثل بالكلفة العالية لمعالجة التغيرات المستمرة على الحاسبة ، ولحد من هذه الكلفة يتم تصنيف التغيرات عادة إلى تغيرات رئيسية وهذه يتم إدخالها أولاً بأول ، وتغيرات صغيرة فيتم إدخالها بشكل دورى .

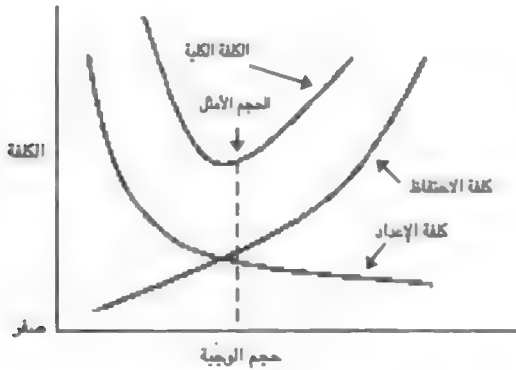


## ٩-٦- حجم الوجبة في تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP Lot Sizing) :

إن تحديد حجم وجبة الإنتاج في (MRP) يشير إلى الكمية المطلوب إنتاجها لمواجهة الطلبات ، ويؤثر في هذا الحجم نوعان من الكلف : الأولى هي كلفة الاحتفاظ بالمخزون وتنشأ عندما يتم اعتماد حجم وجبة في الفترة أكبر من الطلب في تلك الفترة : فيتم الاحتفاظ بالمستبقى كمخزون ، والثانية : هي كلفة الإعداد وهي الكلفة التي يتم تحملها عند البدء بوجبة إنتاج جديدة . ويلاحظ أن كلفة الاحتفاظ بالمخزون تكون ذات علاقة طردية بحجم الوجبة ، فكلما ازداد حجم الوجبة ازدادت كلفة الاحتفاظ ، في حين أن كلفة الإعداد تكون ذات علاقة عكسية مع حجم الوجبة ، فكلما ازداد حجم الوجبة قلت الحاجة إلى وجبات إنتاج جديدة ، ويقل عدد مرات تحمل كلفة الإعداد ، وبالتالي تقل كلفة الإعداد الكلية .

يولد نظام (MRP) إطلاق الطلبات المخططة سواء لأغراض الإنتاج أو للشراء : فتكون هناك مع كل إطلاق طلبية (وجبة) كلفة إعداد ، وعند القيام بخفض كلفة الإعداد من خلال دمج أكثر من طلبية صغيرة في طلبية كبيرة تبدأ بالتزايد كلفة الاحتفاظ : لهذا يكون من الضروري تحديد حجم الوجبة عند أدنى كلفة كلية (كلفة الإعداد وكلفة الاحتفاظ) . وفي حالة وجود كلفتين متعاكستين : فإن الكلفة الكلية الأدنى تكون عند تساوي هاتين الكلفتين (أي عند تساوي كلفة الإعداد مع كلفة الاحتفاظ) ، والشكل رقم (٩-١٢) يوضح ذلك .

الشكل رقم (٩-١٢) : العلاقة بين كلفة الإعداد وكلفة الاحتفاظ



وهناك أساليب عديدة لتحديد حجم الوجبة منها :

أولاً : أسلوب تساوى حجم الوجبة مع الاحتياج أو وجبة لوجبة (Lot For Lot) :  
فى هذا الأسلوب يكون حجم الوجبة فى كل فترة مساوياً للاحتياجات ،  
وبالتالى ليس هناك مخزون من فترة لأخرى فتكون كلفة الاحتفاظ صفراً ، إلا  
أن كلفة الإعداد تكون فى أعلى مستوى لها .

ثانياً : أسلوب كمية الوجبة الاقتصادية (Economic Batch Quantity) : هذا  
الأسلوب (وهو من أساليب الأمثلة) يحاول أن يحدد حجم الوجبة الذى حقق  
التساوى بين كلفة الاحتفاظ وكلفة الإعداد . ولكن بسبب نمط الطلب المتكثل  
وغير المستمر ، فإن هذا الأسلوب لا يحقق أدنى كلفة كلية ولا تساوى  
الكلفتين كما سنوضح ذلك فى المثال (٩-٤) .

ثالثاً : أسلوب سيلفر - ميل (The Silver-Meal Heuristics) : فى هذا الأسلوب  
التجريبى يتم تحديد حجم الوجبة بالاعتماد على الكلفة المتوسطة للفترات ،  
مع زيادة حجم الوجبة بطلب الوجبة بطلب الفترة اللاحقة ، مادامت الكلفة  
المتوسطة للفترة اللاحقة أقل من الكلفة فى الفترة السابقة ، والتوقف عن  
زيادة حجم الوجبة إذا كانت الكلفة المتوسطة للفترة اللاحقة أكبر من الكلفة  
فى الفترة السابقة .

رابعاً : أسلوب كلفة الوحدة الأقل (The Least-Unit-Cost Method) : إن هذا  
الأسلوب يقوم على توزيع كلفة الإعداد الواحدة على أكبر عدد من وحدات  
الطلب ، ويستمر بزيادة حجم الوجبة مادامت كلفة الإعداد للوحدة وكلفة  
الاحتفاظ لا تزدادان عند زيادة حجم الوجبة .

خامساً : أسلوب الكلفة الكلية الأقل أو أسلوب الفترة الجزئية (The Part-Period Method) :  
إن هذا الأسلوب يقوم على تحديد حجم الوجبة الذى يحقق تساوى كلفة  
الإعداد مع كلفة الاحتفاظ ، وبالتالى يحقق أدنى كلفة كلية ، وسنحاول أن  
نوضح كيفية احتساب حجم الوجبة بهذه الأساليب فى المثال (٩-٤) .

## المثال (٩-٤) :

فى الجدول الآتى الطلب المتوقع على أحد المنتجات النهائية فى ثماني فترات فى الورشة الحديثة ، وكانت كلفة الإعداد للألات والعمال (١٥٠) ديناراً وكلفة الاحتفاظ (١,٥) دينار/وحدة/فترة .

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	المجموع
الطلب (وحدة)	١٠٠	٨٠	٣٠	٦٠	١٠	٣٠	٦٠	٨٠	٤٥٠

المطلوب : استخدام الأساليب الآتية فى تحديد حجم الوجبة واحتساب الكلفة الكلية (الإعداد والاحتفاظ) لكل أسلوب :

- ١- أسلوب وجبة لوجبة .
- ٢- أسلوب كمية الوجبة الاقتصادية .
- ٣- أسلوب سيلفر - ميل .
- ٤- أسلوب كلفة الوحدة الأقل .
- ٥- أسلوب الكلفة الكلية الأدنى .

الحل :

١- أسلوب وجبة لوجبة :

إن وجود ثماني فترات فيها طلب غير صفري (Non-Zero Demand) : يؤدى إلى تحمل كلفة الإعداد لثماني مرات :

كلفة الإعداد =  $٨٠ \times ١٥٠ = ١٢٠٠$  دينار .

كلفة الاحتفاظ = صفر .

كلفة الكلية =  $١٢٠٠$  دينار .

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	المجموع
الطلب (وحدة)	١٠٠	٨٠	٣٠	٦٠	١٠	٣٠	٦٠	٨٠	٤٥٠
الوجبة (وحدة)	١٠٠	٨٠	٣٠	٦٠	١٠	٣٠	٦٠	٨٠	٤٥٠

٢ - أسلوب كمية الوجبة الاقتصادية

$$Q = \sqrt{\frac{2 \text{ ط (ت)}}{ك ح}}$$

و = كمية الوجبة الاقتصادية .

ط = الطلب (متوسط الطلب في الفترة) = ٩ \ ٤٥٠

ت = تكلفة الإعداد = ١٥٠ ديناراً .

ك ح = تكلفة الاحتفاظ = ١.٥ دينار .

$$Q = \sqrt{\frac{2 (١٥٠) (٩ / ٤٥٠)}{١.٥}} = ١.٦ وحدة .$$

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	المجموع
الطلب	١٠٠	٨٠	٣٠	٦٠	١٠	٣٠	٦٠	٨٠	٤٥٠
الوجبة	١.٦	١.٦	-	١.٦	-	-	١.٦	١.٦	
مخزون البداية	-	٦	٣٢	٢	٤٨	٣٨	٨	٥٤	
مخزون النهاية	٦	٣٢	٢	٤٨	٣٨	٨	٥٤	٨٠	
متوسط المخزون	٣	١٩	١٧	٢٥	٤٣	٢٣	٣١	٦٧	٢٢٨

متوسط المخزون = مخزون البداية + مخزون النهاية \ ٢

تكلفة الإعداد = ٤ = ١٥٠ \ ٦٠٠ دينار .

تكلفة الاحتفاظ = ٢٤٢ = ١.٥ \ ٢٢٨ ديناراً .

الكلفة الكلية = ٩٤٢ = ٢٤٢ + ٦٠٠ ديناراً .

يلاحظ أن أسلوب كمية الوجبة الاقتصادية أدى إلى القيام بأربع وجبات إنتاجية بمقدار ( ١.٦ ) وحدات ، ويتم تغطية الطلب من كل وجبة ، ولا يتم اللجوء إلى الوجبة ثانية إلا عند عدم القدرة على الإيفاء بالطلب في أية فترة مع استخدام المخزون عند وجبة الإنتاج أكبر من الطلب .

٣ - أسلوب سيلفر - ميل

لنفرض أن  $T =$  كلفة الإعداد للوجبة التي يمكن أن تغطي الطلب في فترة أو أكثر

\* تحديد حجم الوجبة الأولى :

$$T_1 = 150 \text{ ديناراً .}$$

$$T_2 = [(1.5 \times 80) + 150] \div 2$$

$= 135$  ديناراً (حيث إن  $T_2 < T_1$  لذا نستمر بزيادة حجم الوجبة بأخذ الطلب في الفترة الثالثة ) .

$$T_3 = [(1.5 \times 30) \div 2 + (1.5 \times 80) + 150] \div 3$$

$$= 120 \text{ ديناراً .}$$

$$T_4 = [(1.5 \times 60) \div 3 + (1.5 \times 30) \div 2 + (1.5 \times 80) + 150] \div 4$$

$= 107.5$  دينار (حيث إن كلفة  $T_4 > T_3$  لذا يتحدد حجم الوجبة بمجموع في الفترات الثلاثة الأولى) .

إذن ، حجم الوجبة الأولى  $= 100 + 80 + 30 = 210$  وحدة .

\* تحديد حجم الوجبة الثانية :

$$T_1 = 150 \text{ ديناراً .}$$

$$T_2 = [(1.5 \times 10) + 150] \div 2$$

$$= 82.5 \text{ دينار .}$$

$$T_3 = [(1.5 \times 30) \div 2 + (1.5 \times 10) + 150] \div 3$$

$= 127.5$  دينار (حيث إن كلفة  $T_3 > T_2$  نتوقف ويتحدد حجم الوجبة بمقدار

الطلب في الفترتين الرابعة والخامسة) .

إذن ، حجم الوجبة الثانية  $= 60 + 10 + 70 = 140$  وحدة .

\* تحديد حجم الثالثة :

$$ت_١ = ١٥٠ \text{ ديناراً .}$$

$$ت_٢ = [ (١.٥ \times ٦٠) + ١٥٠ ] \div ٢ = ١٢٠ \text{ ديناراً .}$$

$$ت_٣ = [ (١.٥ \times ٨٠) + (١.٥ \times ٦٠) + ١٥٠ ] \div ٣ = ١٦٠ \text{ ديناراً .}$$

إذن ، حجم الوجبة الثالثة =  $٦٠ + ٢٠ = ٨٠$  وحدة .

\* تحديد حجم الوجبة الرابعة =  $٨٠$  وحدة .

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	المجموع
الطلب (وحدة)	١٠٠	٨٠	٣٠	٦٠	١٠	٣٠	٦٠	٨٠	٤٥٠
الوجبة (وحدة)	٢١٠			٧٠		٩٠		٨٠	
مخزون البداية	-	١١٠	٣٠	-	١٠	-	٦٠	-	
مخزون النهاية	١١٠	٣٠	-	١٠	-	٦٠	-	-	
متوسط المخزون	٥٥	٧٠	١٥	٥	٥	٢٠	٢٠	-	٢١٠

$$\text{كلفة الإعداد} = ١٥٠ \times ٤ = ٦٠٠ \text{ دينار .}$$

$$\text{كلفة الاحتفاظ} = ٢١٠ \times ١.٥ = ٣١٥ \text{ ديناراً .}$$

$$\text{الكلفة الكلية} = ٣١٥ + ٦٠٠ = ٩١٥ \text{ ديناراً .}$$

٤ - أسلوب كلفة الوحدة الأقل (ك ق)

\* تحديد الوجبة الأولى :

$$\text{ك ق} ١ = ١٥٠ \div ١٠٠ = ١.٥ \text{ دينار (كلفة الإعداد ١٥٠ ديناراً ووجبة الإنتاج}$$

مساوية لطلب الفترة الأولى)

$$(١.٥ \times ٨٠) + ١٥٠$$

$$\text{ك ق} ٢ = \frac{(١.٥ \times ٨٠) + ١٥٠}{٨٠ + ١٠٠} = ١.٥ \text{ دينار .}$$

$$\text{ك ق ٢} = \frac{[(1.5 \times 30)^2 + (1.5 \times 80) + 150]}{30 + 80 + 100} = 1.71 \text{ دينار .}$$

(يلاحظ أن ك ق ٢ ك ق ١ لهذا يتحدد حجم الوجبة بطلب الفترتين الأولى والثانية)

إذن ، حجم الوجبة =  $80 + 100 = 180$  وحدة .

\* تحديد حجم الوجبة الثانية :

ك ق ١ =  $150 \div 30 = 5$  دنانير .

$$\text{ك ق ٢} = \frac{(1.5 \times 60) + 150}{60 + 30} = 2.6 \text{ دينار .}$$

$$\text{ك ق ٣} = \frac{[(1.5 \times 10) + (1.5 \times 60) + 150]}{10 + 60 + 30} = 2.7 \text{ دينار .}$$

إذن ، حجم الوجبة الثانية =  $60 + 30 = 90$  وحدة .

\* تحديد حجم الوجبة الثالثة :

ك ق ١ =  $150 \div 10 = 15$  ديناراً .

$$\text{ك ق ٢} = \frac{(1.5 \times 30) + 150}{30 + 10} = 4.88 \text{ دينار .}$$

$$\text{ك ق ٣} = \frac{[(1.5 \times 60)^2 + (1.5 \times 30) + 150]}{60 + 30 + 10} = 3.75 \text{ دينار .}$$

$$\text{ك ق ٤} = \frac{[(1.5 \times 80)^2 + (1.5 \times 60)^2 + (1.5 \times 30) + 150]}{80 + 60 + 30 + 10}$$

= 4.08 دينار (ك ق ٤ - ك ق ٣) .

إذن ، حجم الوجبة الثالثة = ١٠٠ وحدة .

حجم الوجبة الرابعة = ٨٠ وحدة .

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	المجموع
الطلب (وحدة)	١٠٠	٨٠	٣٠	٦٠	١٠	٣٠	٦٠	٨٠	٤٥٠
الوجبة (وحدة)	١٨٠	-	٩٠	-	١٠٠	-	-	٨٠	
مخزون البداية	-	٨٠	-	٦٠	-	٩٠	٦٠	-	
مخزون النهاية	٨٠	-	٦٠	-	٩٠	٦٠	-	٨٠	
متوسط المخزون	٤٠	٤٠	٣٠	٣٠	٤٥	٧٥	٣٠	٤٠	٣٣٠

كلفة الإعداد =  $١٥٠ \times ٤ = ٦٠٠$  دينار .

كلفة الاحتفاظ =  $١٠٠ \times ٣٣٠ = ٤٩٥$  ديناراً .

الكلفة الكلية =  $٤٨٥ + ٦٠٠ = ١٠٨٥$  ديناراً .

٥ - أسلوب الكفة الكلية الأدنى

لاحتساب حجم الوجبة نقوم بإعداد الجدول الآتي مع ملاحظة أن حجم الوجبة الملائم يتحدد بتساوى أو تقارب كلفة الإعداد مع كلفة الاحتفاظ . ومن الجدول نلاحظ أن حجم الوجبة الأولى يكون مساوياً للطلب في الفترتين الأولى والثانية : لأن كلفة الاحتفاظ (١٢٠) ديناراً هي أقرب لكلفة الإعداد (١٥٠) ديناراً من وجبة الإنتاج المساوية لطلب الفترات الثلاث الأولى والثانية والثالثة حيث كلفة الاحتفاظ تكون (٢١٠) دنائير . وفي ضوء حسابات الجدول يمكن احتساب الكلفة الكلية كالآتي :

كلفة الإعداد =  $١٥٠ \times ٤ = ٦٠٠$  دينار .

كلفة الاحتفاظ =  $٩٠ + ١٢٠ + ١٢٠ = ٣٣٠$  ديناراً .

الكلفة الكلية =  $٣٣٠ + ٦٠٠ = ٩٣٠$  ديناراً .



رقم الوجبة	الطلب	الفترة التي تغطيها الوجبة	كلفة الإعداد	كلفة الاحتفاظ
١	١٠٠	١	١٥٠	صفر
١	٨٠	٢، ١	١٥٠	$١٢٠ = (١٠٠ \times ٨٠)$ ديناراً
١	٣٠	٢، ٢، ١	١٥٠	$٢١٠ = (١٠٠ \times ٣٠) + (١٠٠ \times ٨٠)$
٢	٣٠	٣	١٥٠	صفر
٢	٦٠	٤، ٣	١٥٠	$٩٠ = (١٠٠ \times ٦٠)$ ديناراً
٢	١٠	٥، ٤، ٣	١٥٠	$١٢٠ = (١٠٠ \times ١٠) ٢ + (١٠٠ \times ٦٠)$
٢	٣٠	٦، ٥، ٤، ٣	١٥٠	$٢١٠ = (١٠٠ \times ٣٠) ٣ + (١٠٠ \times ١٠) ٢ + (١٠٠ \times ٦٠)$
٣	٣٠	٦	١٥٠	صفر
٣	٦٠	٧، ٦	١٥٠	$٩٠ = (١٠٠ \times ٦٠)$ ديناراً
٣	٨٠	- ٩، ٧، ٦	١٥٠	$٢٣٠ = (١٠٠ \times ٨٠) ٢ + (١٠٠ \times ٦٠)$ ديناراً
٤	٨٠	٩	١٥٠	صفر

من مقارنة هذه الأساليب المتعددة نلاحظ أن الكلفة الأعلى سجلها أسلوب وجبة لوجبة بكلفة كلية (١٢٠٠) دينار ، يليه أسلوب كلفة الوحدة الأقل بكلفة كلية (١٠٩٥) ديناراً ، يليه أسلوب كمية وجبة الصنع بكلفة كلية (٩٤٢) ديناراً ، ومن ثم أسلوب الكلفة الكلية الأدنى بكلفة كلية (٩٣٠) ديناراً ؛ ليأتي أسلوب سيلفر - ميل الأدنى في الكلفة (٩١٥) ديناراً ، ولابد من التأكيد على أن لكل أسلوب من هذه الأساليب منطقته ومعياره في خفض الكلفة الكلية إلا أن أسلوب سيلفر - ميل والكلفة الكلية الأدنى عادة ما يعطيان كلفة كلية منخفضة بالمقارنة مع الأساليب الأخرى . ومع ذلك فإن طريقة الكلفة الكلية الأدنى تعتبر طريقة بسيطة وفعالة إلا أنها قد تعطي نتائج غير ملائمة عند تغير الجدولة في حين يكون أسلوب سيلفر - ميل أكثر ملاءمة في حالة تغير الطلب والجدولة .

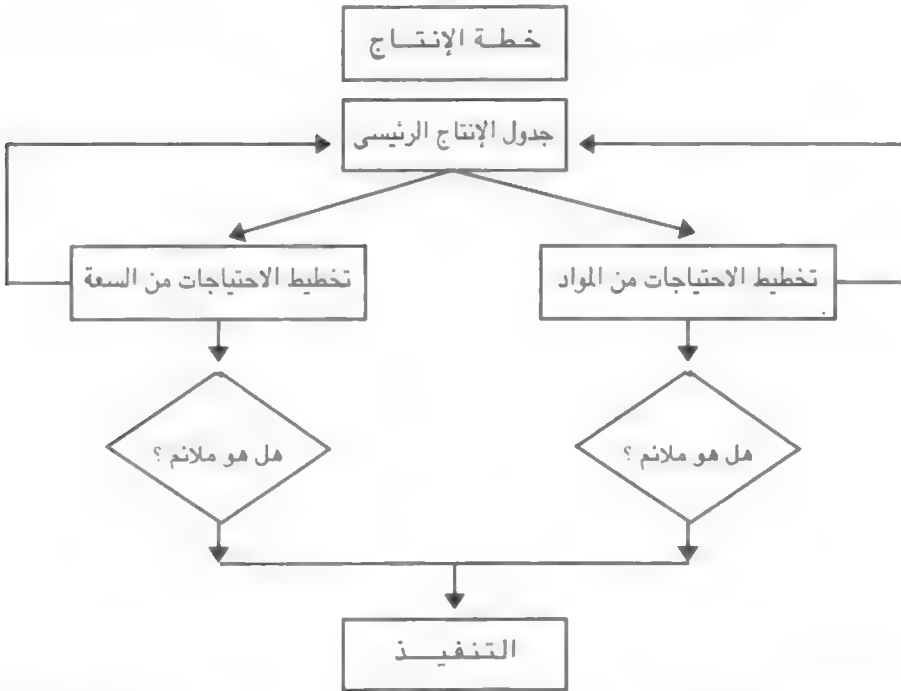
#### ٩-٧- تخطيط احتياجات السعة (Capacity Requirement Planning) :

إن إعداد خطة الاحتياجات في نظام (MRP) تتطلب بشكل منطقي تحديد الاحتياجات من السعة ، والسؤال هو : هل أن السعة المتاحة كافية لتنفيذ جدول الإنتاج

الرئيسى ؟ لهذا فإن تخطيط احتياجات السعة (CRP) يمكن تعريفه بأنه عملية تحديد ما هو مطلوب من السعة للإيفاء بالاحتياجات (الطلب) التى تكون محددة بجدول الإنتاج الرئيسى ؛ والهدف من ذلك هو ترشيد استخدام السعة ، أى عدم حدوث حالتى السعة الفائضة والنقص فى السعة .

والواقع أن مشكلة السعة تجد معالجة فعالة فى نظام (MRP) الذى قدّم فى هذا المجال ما يدعى الحلقة المغلقة لنظام MRP (Closes-Loop MRP System) ، حيث يحقق الربط الفعال بين تخطيط الاحتياجات من المواد وتخطيط الاحتياجات من السعة (CRP) . ويوضح الشكل رقم ( ٩ - ١٣ ) الحلقة المغلقة لنظام (MRP) :

الشكل رقم (٩-١٣) : الحلقة المغلقة لنظام (MRP)



إن الشكل رقم (٩-١٣) يكشف عن الترابط المتكامل بين الاحتياجات من المواد لتحقيق جدول الإنتاج الرئيسى وما يلائمه من سعة متاحة ، وفى حالة عدم ملائمة الاحتياجات من المواد تتم معالجة ذلك من خلال تعديل جدول الإنتاج الرئيسى الذى بدوره ينقل تأثير هذا التعديل إلى خطة الإنتاج . ونفس الشيء يقال عند عدم ملائمة تخطيط الاحتياجات من السعة : فتتم معالجة جدول الإنتاج الرئيسى .

إن المدخلات الضرورية لتخطيط احتياجات السعة تتمثل فى متطلبات جدول الإنتاج الرئيسى التى تحدد المنتجات وكمياتها حسب الفترات الزمنية ، وهى بدورها تمثل متطلبات خطة الإنتاج ، فى حين أن المخرجات تتضمن تقارير التحميل لمراكز العمل ، وعند وجود تباين بين متطلبات جدول الإنتاج الرئيسى من السعة وبين السعة المتاحة : تتم معالجة ذلك بالطرق البديلة : تعديل جدول الإنتاج الرئيسة بما فى ذلك إلغاء بعض الطلبات أو الموارد المخططة أو استخدام أو تعديل مخزون الأمان .

ويمكن أن نلاحظ فى هذا المجال أن النقص فى السعة يمثل مشكلة كبيرة : لأنه يؤدى إلى عدم القدرة على تنفيذ جدول الإنتاج الرئيسى ، فى حين نجد أن الفائض فى السعة يمكن أن يستخدم كمصدات احتياطية للتعامل مع الاختناقات غير المتوقعة ، أو لدعم الطلبات الجديدة أو المعجلة التى تضطر إليها إدارة المصنع .

إن جانباً مهماً من تخطيط احتياجات السعة يتمثل فى تحويل الاحتياجات الكمية إلى احتياجات عمل وألة ، وهذا يتم من خلال عملية ضرب الاحتياجات الكمية لكل فترة بالوقت القياسى للعمل والألة (الوقت القياسى هو الوقت الأساسى المطلوب لعامل متوسط الكفاءة لإنتاج وحدة من المنتج مضافاً إليه السماحات من الوقت . لنفرض أن الاحتياجات كانت (١٠٠) وحدة من المنتج (س) تمت جدولتها فى مركز العمل (١) وكان الوقت القياسى لكل وحدة من المنتج (٢) ساعتين من العمل و(١.٥) ساعة من الألة ، فإن تحويل الاحتياجات الكمية إلى احتياجات سعة يكون :

$$\text{العمل : (١٠٠) وحدة} \times ٢ \text{ ساعة} / \text{وحدة} = ٢٠٠ \text{ ساعة عمل} .$$

$$\text{الألة : (١٠٠) وحدة} \times ١.٥ \text{ ساعة} / \text{وحدة} = ١٥٠ \text{ ساعة آلة} .$$

ويمكن مقارنة احتياجات السعة هذه بالسعة المتاحة لتحديد مدى استغلالها ، فلو فرضنا أن مركز العمل (١) سعيته المتاحة (٢٠٠) ساعة عمل و(٢٠٠) ساعة آلة ، فإن نسبة الاستغلال تكون :

$$\text{نسبة الاستغلال} = \frac{\text{احتياجات السعة المطلوبة}}{\text{السعة المتاحة}} \times 100$$

$$\text{نسبة الاستغلال (للعمل)} = 100 \times \frac{200}{200} = 100\%$$

$$\text{نسبة الاستغلال (للعمل)} = 100 \times \frac{150}{200} = 75\%$$

والمثال رقم (٩-٥) يوضح تحويل الاحتياجات الكمية إلى احتياجات السعة .

#### مثال (٩-٥) :

أدناه جدول بالوحدات المطلوبة والأوقات القياسية للعمل والآلة للوحدة من المنتج في أحد مراكز العمل ، وكانت سعة العمل المتاحة (١٥٠) ساعة ومن الآلة (٢٤٠) ساعة في أسبوع .

جدول الإنتاج :

الأسبوع	١	٢	٣	٤	٥	٦
كمية (وحدة)	٢٥٠	١٥٠	٤٠٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠

الأوقات القياسية للوحدة :

العمل ٠.٣ ساعة .

الآلة ٠.٤ ساعة .

المطلوب : ١- تحديد احتياجات السعة من العمل والآلة واحتساب نسبة استغلالهما في كل أسبوع .

٢- كيف يمكن تحسين استغلال آلة في هذه الحالة ؟

الحل :

١- تحديد الاحتياجات الكمية إلى احتياجات عمل وآلة .

الأسبوع	١	٢	٣	٤	٥	٦	المجموع
الكمية	٢٥٠	١٥٠	٤٠٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٠٠	٣٠٠٠
وقت العمل المطلوب / ساعة	٧٥	٤٥	١٢٠	٢٢٥	٢٢٥	٢١٠	٩٠٠
وقت الآلة المطلوب / ساعة	١٠٠	٦٠	١٦٠	٣٠٠	٣٠٠	٢٨٠	١٢٠٠

- احتساب نسبة الاستغلال :

الأسبوع	١	٢	٣	٤	٥	٦	
نسبة استغلال العمل	٥٠	٣٠	٨٠	١٥٠	١٥٠	١٤٠	
نسبة استغلال الآلة	٤٢	٢٥	٦٧	١٢٥	١٢٥	١٢٧	

يلاحظ أن هناك ثلاث فترات ذات استغلال أقل من السعة المتاحة من العمل والآلة وثلاث فترات تتجاوز الاحتياجات الكمية السعة المتاحة : لهذا فإن استخدام المخزون يمثل أسلوباً ملائماً لتسوية التذبذب بالطلب ، فتكون النسبة :

مجموع أوقات العمل المطلوب

$$\text{نسبة استغلال العمل} = \frac{\text{مجموع أوقات العمل المطلوب}}{\text{الوقت متاح من العمل في كل فترة} \times \text{عدد الفترات}}$$

$$\%100 = 100 \times \frac{900}{6 \times 150} =$$

$$\%83 = 100 \times \frac{1200}{6 \times 240} =$$

ومن الضروري الإشارة إلى أن نسبة الاستغلال (١٠٠٪) تكون صعبة التحقيق لكثرة التغيرات المؤثرة في ذلك : لهذا فإن إدارة العمليات تسعى إلى تحقيق مستوى ملائم من استغلال السعة بين (٨٠ - ٩٥٪) .

## ٩-٨- تخطيط الأسبقية :

إن مفتاح تخطيط الأسبقية والسيطرة عليها في المصنع يتمثل في موعد تسليم الطلبية : حيث إن موعد التسليم يضع الأسبقية النسبية للطلبية بالعلاقة مع السعة المتاحة والطلبات الأخرى ووقت الانتظار (في حالتي الشراء والصنع) . وكما يرى أحد رواد نظام (MRP) وهو (أورليكي J.Orlicky) ، أن كل طلبية تتطلب عدداً من العمليات التي يجب أن تنفذ من أجل إكمال الطلبية : لهذا يجب التمييز بين نوعين من الأسبقية :

أولاً : أسبقية الطلبية (Order Priority) : تتحدد هذه الأسبقية من خلال تخصيص موعد التسليم للطلبية ، ويتم تحديد ذلك الموعد على أساس وقت انتظار الإنتاج اللازم لها .

ثانياً : أسبقية العملية (Operation Priority) : هذه الأسبقية تقوم بها أساليب الجدولة وقواعد الأسبقية التي على أساسها يتحدد التعاقب المختار لإنجاز العمليات المطلوبة . ولكي تكون أسبقية العملية صحيحة : فإنها يجب أن تشتق من أسبقية الطلبية الصحيحة ، وبدون ذلك فإن التأخير عن موعد التسليم يكون وارداً . وهذا النوع من الأسبقية سنقوم بمعالجته في الفصل التاسع ضمن موضوع قواعد الأسبقية .

إن نظام (MRP) له دور كبير في تخطيط الأسبقية من خلال وضع الأسبقيات الصحيحة للطلبات عند إطلاق الطلبات في المصنع من حيث توفر السعة والتحديد الدقيق لوقت الانتظار والاحتفاظ بها كمعلومات حديثة . وعند حدوث ما هو غير متوقع : مما يؤثر على تنفيذ الطلبات في مواعيد تسليمها مثل عطل الآلات أو تأخير المواد : فإن السيطرة على الأسبقية تكون من خلال التعجيل أو التبطيء ، أي إعادة جدولة الإنتاج : مما يجعل الطلبية تنتج بسرعة أكبر أو أقل على التوالي .

فلو افترضنا أن تأخر المواد قد أدى إلى تأخر إنتاج الطلبية أسبوعاً واحداً : فإن من الممكن معالجة ذلك باستخدام وقت إضافي من أجل التعجيل أو استخدام متعاقد خارجي للحصول على العدد المطلوب ، إلا أن الإدارة يجب أن تدرس وتحلل تأثيرات هذا التأخير من خلال فحص تركيبة المنتج على الأجزاء الأخرى ، وتحديث معلومات النظام ليعكس حالة المواد والأجزاء والمخزون بعد التغيير ، واستخدام المعلومات التي تم تحديثها في جدولة الإنتاج الجديدة .

### ٩-٩-٩ مخزون الأمان :

إن الظروف التي يعمل فيها نظام (MRP) عادة هي ظروف التأكد : وذلك لأن المعلومات المتعلقة بحجم الطلبية وموعد تسليمها وقت الانتظار اللازم لإنتاجها تكون محددة ومعلومة : لهذا لا تكون هناك حاجة لمخزون الأمان في مثل هذه الظروف ، إلا أن هناك مبررات عديدة تدعو للاحتفاظ بمخزون الأمان ، هي :

أولاً : أن نظام (MRP) يعتمد على مدخل الجدولة من الخلف : لأنه يحدد موعد التسليم ، ويرتد إلى الخلف ليحدد موعد إطلاق الطلبية قبل موعد التسليم بفترة زمنية مساوية لوقت انتظار إنتاجها ، والجدولة من الخلف تجعل الوقت عاملاً حرجاً يمكن أن يعرض الطلبية للتأخير عند ظهور أية أحداث غير متوقعة مثل عطل الآلة أو تأخر المواد وغيرها : مما يتطلب الاحتفاظ بمخزون الأمان لمواجهة هذه الأحداث غير المتوقعة .

ثانياً : أن أخطاء التنبؤ والتذبذب العشوائى للطلب على المنتج النهائي والأجزاء وكذلك التوزيع العشوائى لأوقات انتظار الإنتاج والشراء (أو التجهيز) للمواد - يجعل الاحتفاظ بمخزون الأمان ضرورة لا بد منها لمواجهة هذا التذبذب ، والمثال (٩-٦) يوضح كيفية احتساب مخزون الأمان غير حالة التذبذب بالطلب خلال الفترات .

إن عدم التأكد في التنبؤ قد يعنى احتمال التباين بين الطلب المخطط أو المتوقع والطلب الفعلى ، وفي تخطيط الإنتاج : فإن هذا يمكن أن يشير إلى أن التنبؤات المتجددة للطلبات المستقبلية تختلف عن التنبؤات المبكرة بهذه

الطلبات فيعدل التنبؤ حسب الطلبات الجديدة ، ولكن هذا قد لا يكون ممكناً عندما يكون وقت الانتظار اللازم لتعديل الجديد غير المتاح بدون تأخير ، معالجة مثل هذه الحالات يتم اللجوء إلى مخزون الأمان للوقاية من عدم التأكد في الطلب .

ثالثاً : أن مزايا نظام (MRP) خفض المخزون إلى أدنى مستوى ، وإن التخطيط الملائم لاستخدام مخزون الأمان في هذا النظام عن الحاجة يجب أن يتم على مستوى جدولة الإنتاج الرئيسية ، أى أن يكون مخزون الأمان من المنتجات النهائية وليس من الأجزاء أو المواد ، إلا أن هناك أسباباً تجعل مخزون الأمان مطلوباً حتى على مستوى الأجزاء والمواد الأولية : وذلك بسبب تباين مخرجات العمليات ، أى وجود موارد تعاني من الاختناق (Bottleneck) وموارد أخرى لا تعاني من ذلك : مما يجعل من الملائم استخدام مخزون الأمان عند موارد الاختناق ، ويكون عادة وقتاً احتياطياً أى مخزون الأمان بالوقت .

### مثال (٦-١) :

مصنع يتوقع أن يواجه في الفترة القادمة نمطاً متذبذباً غير مؤكد من الطلب ، ومن أجل مواجهة الطلب على منتوجه خلال الفترات الثماني القادمة : قام مدير الإنتاج بجمع البيانات عن الطلب خلال الفترات الماضية ، واحتساب متوسط الطلب والانحراف المعياري في هذه الفترات مع افتراض أن الطلب يتوزع توزيعاً طبيعياً .

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
متوسط اطلب	١٢٠	٨٠	٦٠	٥٥	٤٠	١٠٠	١٤٠	١٦٠
الانحراف المعياري (٤)	٣٠	٢٢	١٨	١٥	١٠	٢٥	٣٢	٣٦

المطلوب : احتساب الطلب المتوقع باستخدام مخزون الأمان لطلبات الفترات الثماني القادمة ، علماً بأن المصنع يعتمد مستوى الخدمة (٩٧٪) .

الحل :

لأن توزيع الطلب هو توزيع طبيعي : فإن مخزون الأمان يمكن احتسابه كالاتي :



مخزون الأمان = ع (م)

حيث ع = الانحراف المعياري .

م = القيمة القياسية للإحداثى السيني والمسافة بين المتوسط ونقطة التغير في الطلب ، وإن (م) عند درجة الثقة أو مستوى الخدمة (٩٧٪) تستخلص من جداول القياسية وهي (١.٨٩) .

إذن مخزون الأمان في الفترة الأولى =  $١.٨٩ \times ٢٠ = ٣٧.٨$  وحدة .

الطلب المتوقع = متوسط الطلب + مخزون الأمان

الطلب المتوقع في الفترة (١) =  $١٢٠ + ٣٧.٨ = ١٥٧.٨$  وحدة .

الطلب المتوقع في الفترة (٢) =  $٨٠ + (١.٨٩ \times ٢٢) = ١٢١.٥٨١٢٢$  وحدة .

والجدول يوضح احتساب الطلب المتوقع في الفترات الثماني القادمة :

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
متوسط الطلب	١٢٠	٨٠	٦٠	٥٥	٤٠	١٠٠	١٤٠	١٦٠
الطلب المتوقع	١٧٧	١٢٢	٩٤	٨٣	٥٩	١٤٧	٢٠٠	٢٢٨

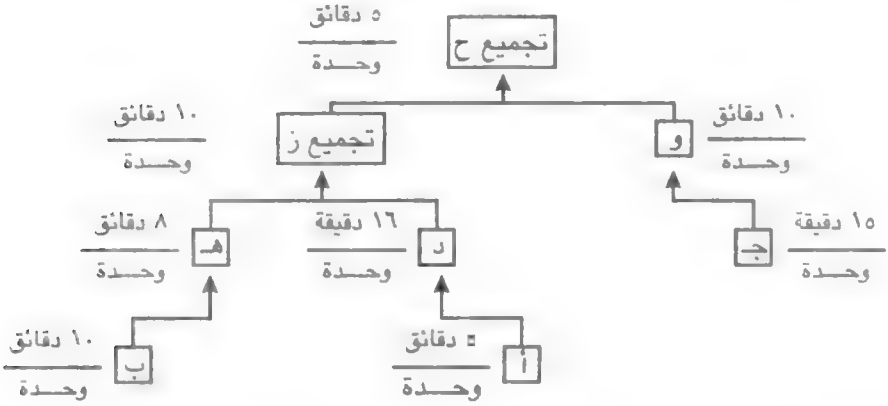
ولابد أن نشير إلى أن مخزون الأمان يمكن أن يستخدم في نظام (MPR) بشكلين هما :

١- مخزون الأمان بالكميات : يمثل وحدات من المنتج النهائي يتم الاحتفاظ بها واستخدامها لمواجهة التذبذب بالطلب أو في وقت الانتظار (فترة التوريد) لتجنب نفاذ المخزون .

٢- مخزون الأمان بالوقت : يشير إلى الوقت الإضافي لإطلاق الطلبات بوقت مبكر : لمواجهة التأخير في تجهيز المواد والتأخير في الإنتاج أو لمواجهة نقص السعة في موارد الاختناق بالمقارنة مع موارد الاختناق ، حيث يمكن استخدام وقت إضافي عند موارد الاختناق لاستخدامه في إنتاج كمية أكبر من هذه الموارد لتغذية مواد الاختناق . والمثال (٩-٧) يوضح هذا الاستخدام لمخزون الأمان بكلا الشكلين .

المثال (٧-٩) :

أدناه تركيبة المنتج (ح) والوقت المطلوب للعمليات ، مع افتراض أن كل جزء يتم تصنيعه من قبل عامل مختص به ، وأن الوقت المتاح لكل عامل هو (٤٨٠) دقيقة في اليوم ، والطلب اليومي على المنتج (ح) هو (٣٠) وحدة .

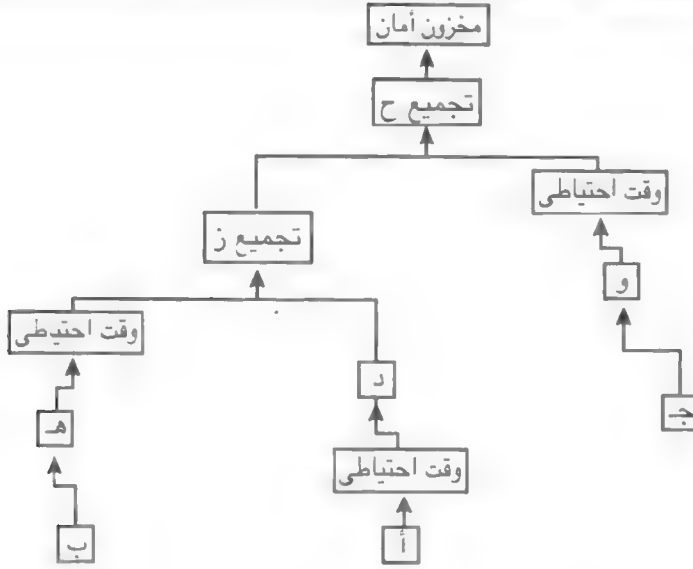


- ١- ما هي موارد الاختناق (الموارد محدودة السعة) وموارد اللامتقان ؟
- ٢- أين يمكن وضع الوقت الاحتياطي (مخزون الأمان بالوقت) ومخزون الأمان بالكمية ؟
- ٣- ما هو حجم الأمان بالكمية إذا كان وقت انتظار التصنيع يومين ؟

الحل :

على أساس توفر (٤٨٠) دقيقة تشغيلية في اليوم لكل عملية : فإن المخرجات القصوى من كل عملية هي :

المخرجات الكلية / يوم	العملية
$480 \div 5 = 96$ وحدة	أ
$480 \div 10 = 48$ وحدة	ب
$480 \div 15 = 32$ وحدة	ج
$480 \div 16 = 30$ وحدة	د
$480 \div 8 = 60$ وحدة	هـ
$480 \div 10 = 48$ وحدة	و
$480 \div 10 = 48$ وحدة	ز
$480 \div 5 = 96$ وحدة	ح



لأن المخرجات القصوى للعملية (د) تساوى طلب السوق : فإنها تمثل مورد اختناق ، كما أن العملية (جـ) قريبة من الاختناق (أي مورد مقيد لطاقة النظام) ، بينما العمليات الأخرى يمكن أن تنتج أكثر من طلب السوق .

ب - إن الوقت الاحتياطي يجب أن يوضع قبل الاختناق وبين الاختناق والعمليات الأخرى التي تتم تغذيتها بواسطة مورد للاختناق . أما مخزون الأمان فيفضل أن يحتفظ به على مستوى المنتجات النهائية : لهذا يكون مكوناً من وحدات تجميع (ح) . والشكل أعلاه يوضح هذه الإجراءات .

يلاحظ من الشكل أعلاه أن الوقت الاحتياطي وضع بعد العملية (أ) وقبل (د) : لأن العملية (أ) مخرجاتها القصوى (٩٦) وحدة والطلب في السوق (٣٠) : لذا فإنها يمكن أن تتضمن وقتاً احتياطياً يستخدم في العملية (د) التي مخرجاتها القصوى (٣٠) وحدة وتكون مورداً حرجاً .

جـ- إذا كان وقت انتظار التصنيع هو يومين : فهذا يتمثل مع إنتاج (٦٠) وحدة : لهذا فإن حجم مخزون الأمان الموصى به هو (٣٠) وحدة بما يعادل نصف وقت الانتظار .

## ٩-١٠ - مزايا وعيوب تخطيط الاحتياجات من المواد :

لقد أشرنا في بداية هذا الفصل إلى النتائج المهمة التي يحققها نظام (MRP) ، وهذه النتائج تمثل مزايا تبرر استخدامه ، خاصة أن الإنتاج حسب الطلب (نمط طلب متكتل) المنتجات متعددة المراحل (نمط طلب تابع للأجزاء والمواد الأولية) تجعل نماذج المخزون بما في ذلك نموذج وجبة الصنع الاقتصادية غير ملائمة لمعالجة هذه البيئة بكفاءة كما يقوم بذلك نظام (MRP) .

ورغم هذه المزايا التي تبرر استخدام نظام (MRP) : فإن هناك عيوباً في هذا النظام تستلزم التقييم والمعالجة وهذه العيوب هي :

أولاً : إن نظام (MRP) يقوم على افتراض أن كل المعلومات المتعلقة بالإنتاج والشراء معلومة ومؤكدة ، إلا أن عدم التأكد سرعان ما يظهر في بيئة (MRP) سواء في تذبذب الطلب والتذبذب في أوقات الانتظار ، وبدلاً من أن يوفر النظام طرقاً فعالة لمعالجتها : فإنه يلجأ إلى مخزون الأمان بالكمية أو الوقت : مما يحد من كفاءة النظام .

ثانياً : إن نظام (MRP) لا يناقش مشكلة مهمة هي مشكلة سعة الإنتاج : لأنه يأخذ الطاقة على أنها معطى لا بد أن تتوفر بمقدار الاحتياج ، وهذا غير ممكن من الناحية العملية : لأن الطلبيات يمكن أن تؤدي إلى احتياجات كلية تتجاوز السعة أو تكون دونها : ولهذا فإن وجود تخطيط الاحتياجات من السعة - وهو ليس جزءاً من نظام MRP - (انظر الشكل رقم ٩-١) يصبح حاجة ملحة لمعالجة هذا النقص في نظام (MRP) .

ثالثاً : إن نظام (MRP) يقدم نمطاً أقل اهتماماً وتفاعلاً من الزبون : لأنه يمثل نمطاً تقليدياً فيما يتعلق بتحديد الطلب والطلبات في وقت أصبح الاقتراب من الزبون والتفاعل معه مبدأ أساسياً في نجاح الأعمال بشكل عام .

رابعاً : إن نظام (MRP) أقل اهتماماً بتصميم الإنتاج والعمليات الإنتاجية : حيث إنه يتعامل معها كمعطيات لا بد من التعامل معها كما هي .

خامساً : إن نظام (MRP) في الشركات التي لا تستخدم الحاسبة يكون مكلفاً : لأنه يتطلب إدخال نظام معلومات يعتمد بالأساس على الحاسبة .

## ١١-٩ - تخطيط الموارد الصناعية (Manufacturing Resource Planning) :

إن نظام تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP) هو أقرب إلى معالجة السيطرة على الإنتاج والمواد على المستوى العمليتي ، إلا أن هذا النظام يمتلك إمكانات كبيرة للتطور والتوسع ، ويعد نظام تخطيط الموارد الصناعية ويرمز له (MRPII) التطوير الأكثر أهمية في هذا المجال : حيث إنه ينقل عملية السيطرة على الإنتاج إلى المستوى الإستراتيجي .

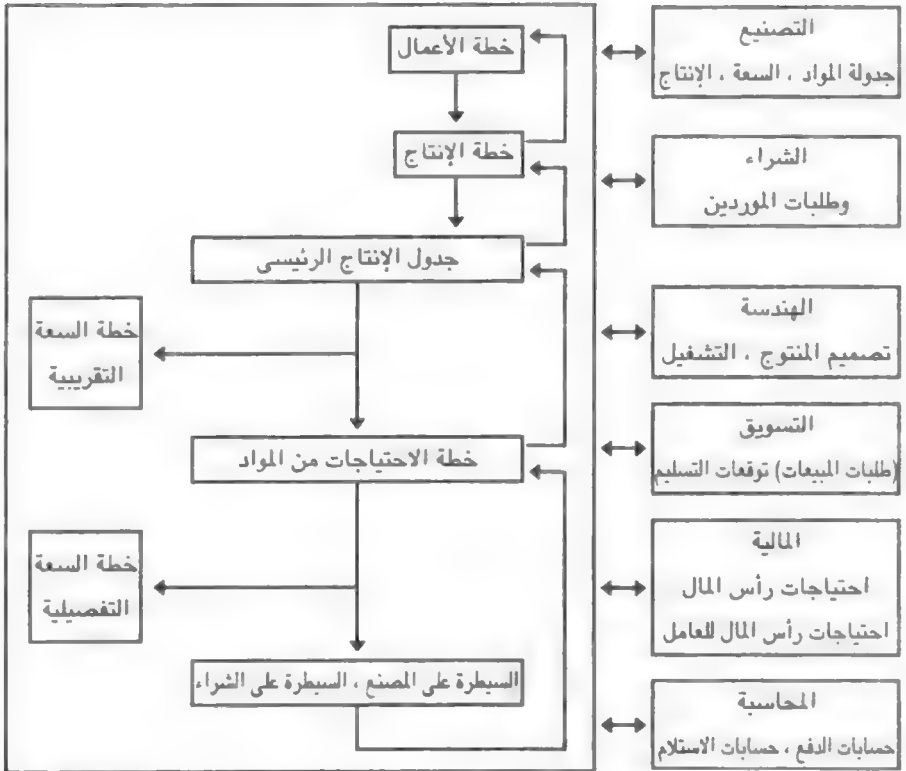
في دراسة مهمة أعدها ميلنك وجونزاليز (Melnyk and Gonzalez) حول هذا النظام توقعوا فيها أن نظام (MRPII) هو الأكثر ملاءمة لأغلب الشركات الأمريكية . وأن الصناعة الأمريكية - التي شهدت فترة عصيبة اتسمت بتدني الإنتاجية والنوعية وظهور المنافسة القوية (من أوروبا واليابان) - يمكن أن تجتاز حافة المنافسة ليس بالاعتماد على الحجم الكبير والتقيس ، وإنما على وجبات صغيرة أكثر تخصصاً ومنتجات ذات قيمة عالية بالاعتماد على نظام (MRPII) .

وكما يقول (جميس إيفان J.R.Evans) فإن (MRPII) هو وسيلة للإدارة ، التنبؤ ، والسيطرة على موارد الشركة والاستثمارات التشغيلية : فهو يستلزم وظائف أوسع للشراء ، تخطيط السعة ، الجدولة الرئيسة المخزون ، وأوقات الانتظار وغير ذلك ، وربطها بالوظائف الأخرى كالنسويق والمالية في إطار إستراتيجية وحدة الأعمال : فخطط الإنتاج البديلة يمكن أن تتحول بسهولة أكبر إلى خطط بديلة في التسويق والمالية من خلال قاعدة البيانات المشتركة التي يعتمد عليها نظام (MRPII) : لهذا كله فإن (إيفان J.R.Evans) يعتبر هذا النظام النظام الشامل للشركة الذي فيه تتفاعل المجموعات الوظيفية (الإنتاج ، التسويق ، المالية ... إلخ) بشكل مشترك ورسمي لصنع القرارات المشتركة .

إن الشكل رقم (٩-١٤) يقدم رؤية لنظام (MRPII) كنظام متكامل للتخطيط والسيطرة في الشركة الصناعية . ولعل هذه الرؤية هي التي تفسر التعريف الواسع الذي قدمته الجمعية الأمريكية للسيطرة على الإنتاج والمخزون (APICS) بأنه طريق

للتخطيط الفعال لكل موارد الشركة الصناعية : فهو يعتبر طريقة مثالية للتخطيط العملي بالوحدات ، والتخطيط المالى بالدولار ، والمحاكاة للطاقة للإجابة عن أسئلة (ماذا لو) ، وتقوم بوظائف متعددة ومتراطة : تخطيط الأعمال ، تخطيط الإنتاج ، تخطيط احتياجات الطاقة ، ونظام التنفيذ للطاقة والأسبقية ، وأن مخرجاتها ستكون متكاملة مع التقارير المالية مثل خطة الأعمال ، تقرير التزامات الشراء ، موازنة الشحن ، والمخزون المتوقع بالدينار ... إلخ ، كل هذا إنما يتم فى إطار إستراتيجى شامل الرؤية للشركة .

الشكل رقم (٩-١٤) : تخطيط الموارد الصناعية ، نظام متكامل للتخطيط والسيطرة



ومن هذا التعريف يمكن أن نحدد خمس خصائص لهذا النظام كما فى الجدول رقم (٩-١٥) .

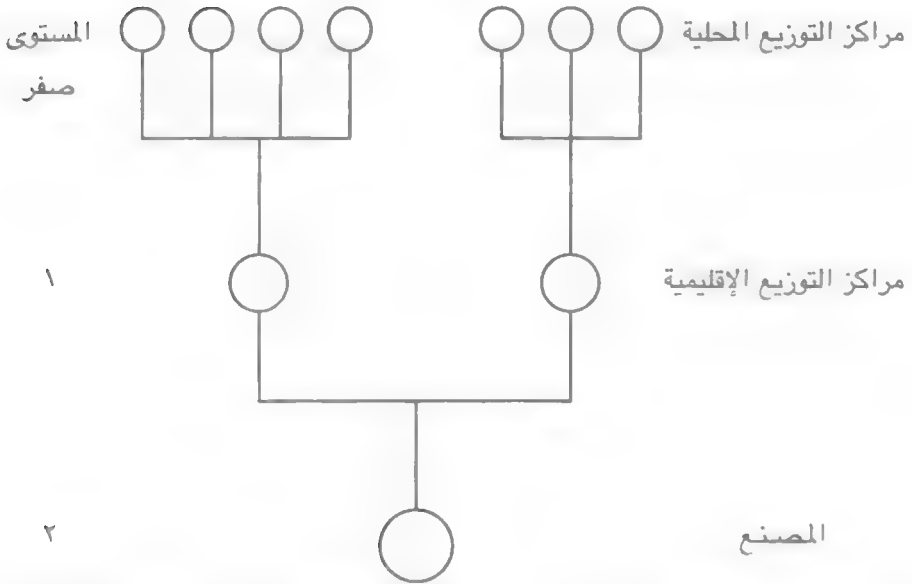
**الجدول رقم (٩-١٥) : خصائص وتطبيقات (MRPII)**

الخصائص	التطبيقات
١- نظام أعلى وأسفل	إن عملية التخطيط تبدأ مع صياغة خطة الأعمال الإستراتيجية ، وأن خطة الأعمال تعاد صياغتها ووضعها كإستراتيجيات وخطط وظيفية (هذه الخبيصة تحقق ربط الإنتاج بالتخطيط الإستراتيجى فى النظام) .
٢- قاعدة بيانات مشتركة	هناك مجموعة واحدة فقط من الملفات فى الشركة ، كل قسم يستخدم المعلومات والأرقام لتقييم السياسات البديلة ، وأن أرقام الإنتاج يمكن تحويلها بشكل جاهز إلى أرقام مالية .
٣- قدرات ماذا ... لو	النظام يولد احتياجات الموارد التفصيلية لدعم الخطط البديلة والقدرة على المحاكاة الكاملة التى تستخدم بشكل روتينى لتقييم الخطط البديلة .
٤- النظام المتكامل للشركة	المجموعات الوظيفية (الإنتاج ، المحاسبة ، الإنتاج - المالية ، التسويق - الإنتاج) تتفاعل بشكل رسمى وروتينى والقرار المشترك يمكن أن يتخذ من قبل قسمين أو أكثر (إن جدول الإنتاج الرئيسى هو مسؤولية مشتركة بين الإنتاج والمبيعات) .
٥- صلاحية ووضوح النظام	المستفيدون فى كل المستويات والأقسام يفهمون ويقبلون منطق وواقعية النظام .

## ٩-١٢ - تخطيط احتياجات التوزيع (Distribution Requirement Planning) :

إن نظام تخطيط احتياجات التوزيع ومختصره (DRP) هو أسلوب للسيطرة على المخزون والجدولة وتطبيق مبادئ (MRP) على مخزون التوزيع ، فعندما تكون هناك مراكز توزيع إقليمية تغذى مراكز توزيع محلية ؛ فإن مخزون التوزيع فى هذه المراكز يمكن السيطرة عليه بكفاءة من خلال نظام (DRP) . وبافتراض مخزون التوزيع الذى يظهر فى الشكل (٩-١٦) فإن المستوى الأعلى (المستوى صفر) يمثل مراكز التوزيع المحلية ، والمستوى الأوسط (المستوى ١) يمثل مراكز التوزيع الإقليمية التى تجهز مخزون مراكز التوزيع المحلية حسب الطلب ، والمستوى الأدنى يتألف من مصنع أو أكثر تجهز مراكز التوزيع الإقليمية .

الشكل رقم (٩-١٦) : نظام توزيع متعدد الطبقات





كانت المصانع فى الماضى تميل لجدولة الإنتاج للإيفاء بالطلب المتوقع لمراكز التوزيع الإقليمية ، وإن مراكز التوزيع الإقليمية بدورها تستكمل مخزونها على أساس أنماط الطلب المتوقع لمراكز التوزيع المحلية ، وكان نموذج نقطة إعادة الطلب يستخدم عند المستويات الثلاثة . ولتوضيح مساوئ هذا المدخل لنفرض أن طلب الزبون على المنتج يزداد فجأة بنسبة (١٠٪) ، ماذا سيحدث عندها ؟ لأن مراكز التوزيع المحلية تحتفظ بالمخزون ؛ فسيمر وقت أطول قبل أن تشعر المصانع بالزيادة (١٠٪) بشكل كامل ، والتي تعكس طلباً أعلى عند مراكز التوزيع الإقليمية ، وهذا يعنى أنه يمكن أن تستمر المصانع لأشهر فى الإنتاج الناقص بنسبة (١٠٪) ، وعندما يظهر هذا التغير فى الطلب (بعد أشهر) عند مستوى المصانع ؛ فإن هذه الأخيرة يجب أن تزيد مخرجاتها بأكثر من (١٠٪) لاستكمال المخزون ؛ لذا فإن التغير الصغير تدريجياً سيتحول إلى تغير كبير بعد فترة .

أما باستخدام نظام (DRP) ؛ فإن رصيد المخزون يحفظ لكل مادة فى كل موقع ، فإطلاق الطلبات الخططة عند مستوى مراكز التوزيع المحلية يستخدم لاشتقاق الاحتياجات الكلية لكل مادة عند مستوى مركز التوزيع الإقليمى باستخدام منطق (MRP) وقائمة المواد ، وخطط الاحتياجات ولمركزي التوزيع المحليين ولمركز التوزيع الإقليمى . والجدول رقم (٩-١٧) يوضح استخدام هذا النظام .

الجدول رقم (٩-١٧) : خطط احتياجات التوزيع

الأسابيع								مركز التوزيع المحلي (١)
٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	المادة = س فترة الانتظار = (٢٢) أسبوعاً مخزون الأمان = ٧٠ حجم الطلبية = ٢٥٠
٧٠	٧٠	٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٤٠	٤٠	الطلب المتوقع
٢٩٠	١١٠	١٨٠	٢٥٠	٦٠	١١٠	١٥٠	١٩٠	المخزون المتاح ٢٣٠
		٢٥٠			٢٥٠			إطلاق الطلبية المخطط

الأسابيع								مركز التوزيع المحلي (٢)
٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	المادة = س فترة الانتظار = (٣) أسابيع مخزون الأمان = ٧٠ حجم الطلبية = ٣٠٠
٦٥	٦٥	٦٥	٦٥	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	الطلب المتوقع
١٩٠	٢٢٥	٢٢٠	٨٥	١٥٠	٢١٠	٢٧٠	٣٣٠	المخزون المتاح ٩٠
					٣٠٠			إطلاق الطلبية المخطط

الأسابيع								مركز التوزيع الإقليمي
٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	المادة = س فترة الانتظار = (٣) أسابيع مخزون الأمان = ١٠٠ حجم الطلبية = ١٥٠٠
		٢٥٠			٥٥٠			الطلب المتوقع
٢٤٥٠	٢٤٥٠	٢٤٥٠	٢٧٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٧٥٠	١٧٥٠	المخزون المتاح ١٧٥٠
					١٥٠٠			إطلاق الطلبية المخطط

## ٩-١٢ - دور الحاسبة في أنظمة (MRP) :

إن دور الحاسبة في أنظمة (MRP) يعتبر دوراً مركزياً ؛ لأن هذه الأنظمة في الأصل هي أنظمة حاسبة وتطورت الاستفادة من إمكانياتها . وهي في آليات عملها تعتمد على الإمكانيات الكبيرة التي توفرها الحاسبة لقاعدة المعلومات التي تعتمد عليها أنظمة (MRP) في الرقابة على الإنتاج والشراء والمخزون وفي التنسيق بين مختلف مستويات ومراكز الإنتاج والشراء والخزن (كما في نظام تخطيط الاحتياجات من الموارد) ، وبين الوظائف الأساسية في الشركة كالإنتاج والتسويق والمالية والشراء والهندسة (كما في نظام تخطيط الموارد الصناعية) ، وكما يقول (ميلنك وغونزاليز Melnyk and Gonzalez) إن المعلومات في أنظمة (MRPII) في الشركات تعادل التخطيط الإستراتيجي في الرقابة على المصنع ؛ حيث إنها توحد التسويق والتصنيع والمالية ... إلخ .

ولقد جرت محاولات كثيرة لتطوير برامج حاسبة لتطبيقات أنظمة (MRP) في الشركات ، ومن ذلك ما قامت بتطويره شركة (IBM) الأمريكية ، حيث قدمت نظام الرقابة المتكاملة على الصنع بمساعدة الحاسبة (COPICS) ، وكذلك ما قام به (رتزمان وكراجيوسكي Ritzman and Krajewski) من تطوير لنظام محاكاة بالحاسبة يدعى نظام محاكاة التصنيع (Manufacturing Simulation System) ومختصره (MASS) ، وهو كما يقول رتزمان وزميله شامل بشكل كاف ؛ ليسمح للمديرين بمعرفة العوامل في بيئة التصنيع (الإنتاج) الأمريكية أو اليابانية الأكثر تأثيراً في تحقيق نجاح الأعمال .

إن نظام (MASS) هو نظام حاسبة لمحاكاة أى نوع من البيئة الصناعية في المصنع ، ويتضمن أنظمة (MRP) وكنبان (Kanban) ، نقطة إعادة الطلب (ROP) ، تخطيط احتياجات الوجبة (LRP) ، والتشكيلات المختلفة لهذه الأنظمة . وهذا النظام حالياً يستطيع أن يتكامل مع (٢٥٠) وحدة مخزنية من المواد أو عوائل المواد واستخدامها في (٢٢٠) مركز عمل ، وبافتراض أن المصنع يعمل ثلاث وجبات يومياً ، وهو ملائم في المصانع المتوسطة التي تستخدم (٧٥٠) عاملاً . وقد تم تطبيق هذا النظام في عينة من (١٦) مصنعاً متباين الأنشطة ، وأدى إلى نتائج إيجابية كبيرة في تقليص الاستثمار وخفض المخزون وتحسين خدمة الزبون وخفض احتياجات العمل واختناق الآلات .. إلخ وبعد فإن المستقبل سيشهد المزيد من تطبيقات أنظمة الحاسبة على البيئة الصناعية ،

وهذا يترافق مع استخدام التكنولوجيا الحديثة ، وأن التصنيع المتكامل على أساس الحاسبة (CIM) والذي يمثل نظام (MRP) نظاماً فرعياً فيه يعد نموذجاً لصانع الغذاء المؤتمتة .

#### ٩-١٤ - استخدام تخطيط الاحتياجات من المواد في الخدمات :

إن بعض الشركات الخدمية لها خصائص شبيهة بالشركات الصناعية ، فمثلاً في المطعم فإن الوجبات يمكن أن تكون منتجاً نهائياً شبيهاً بأي منتج يتم صنعه في المصنع ، وأن الخدمة المطلوبة لتجميع الطلبية يمكن أن تتحدد بشكل قائمة مواد وأوقات انتظار وهكذا . وبالنسبة للخدمات كثيفة العمل كالتعليم والحفلات ، فمن الممكن استخدام قائمة العمل بما يناظر قائمة المواد .

ولكن لابد من ملاحظة أن الاتصال بالزبون وخصوصية الخدمات المطلوبة جراء هذا الاتصال : تجعل من غير الممكن توحيد قائمة المواد أو تركيبة موحدة للخدمة ، وهذه الملاحظة تنطبق على مجموعة واسعة من الخدمات ، إلا أن هناك خدمات يمكن حتى عند الاتصال بالزبون أن تأخذ شكلاً نمطياً محدود التنوع : مما يمكن معها الاستفادة من مفاهيم نظام (MRP) في معالجتها والرقابة عليها .

ففي الخدمة الصحية مثلاً في قسم الأمراض الباطنية في أحد المستشفيات ، من الممكن التنبؤ بأنواع الخدمة الصحية المطلوبة (إلا المنتجات النهائية للخدمة) بالاعتماد على بيانات الفترة السابقة ، وفي ضوء هذا التنبؤ يتم إعادة الجدول الرئيسي لأنواع الخدمة النمطية حسب الفترات ، وحيث إن كل نمط خدمة له مكونات : وقت الخدمة من قبل الطبيب ، تحليلات ، أدوية وغيرها ؛ لذا يمكن تطوير تركيبة خدمة بهذه المكونات ، ومن ثم وضع خطة احتياجات من الخدمات ، ومن خطة الاحتياجات يمكن التوصل إلى احتياجات السعة (من الأطباء ، المساعدين ، المختبرات ، الصيدلية ... إلخ) في القسم .

إن قطاع الخدمات بوصفه القطاع الأكثر أهمية في الفترة القادمة ، سيكون أكثر القطاعات استخداماً للأنظمة والأساليب الأكثر كفاءة المطبقة في قطاع الصناعة ؛ لهذا فإن نظام (MRP) وبقية أنظمة الإنتاج الحديثة ستشهد تطبيقات أوسع وتكيفاً أكبر في قطاع الخدمات في المستقبل .

## الأسئلة :

- ١ - لماذا يعتبر استخدام نظام تخطيط الاحتياجات من المواد ملائماً في حالة الطلب التابع والإنتاج متعدد المراحل ؟
- ٢ - إن من أهداف نظام تخطيط الاحتياجات من المواد تخفيض المخزون ، وضح كيف يتم تحقيق ذلك .
- ٣ - ماذا نعني بما يأتي :
  - أ - جدولة الإنتاج الرئيسية .
  - ب - قائمة المواد .
  - ج - ملف حالة المخزون .
  - د - منطق المعالجة في نظام تخطيط الاحتياجات من المواد .
- ٤ - وضح لماذا يتم احتساب احتياجات الجزء في كل منتج من المنتجات بشكل منفصل في نماذج نقطة إعادة الطلب .
- ٥ - كيف يمكن تحديث نظام تخطيط الاحتياجات من المواد ، وما هي المزايا والعيوب في كل أسلوب من أساليب التحديث ؟
- ٦ - ما هي مدخلات ومخرجات نظام تخطيط الاحتياجات من المواد ؟
- ٧ - ماذا نعني بعصبية النظام ، وما هي الوسائل التي تساعد على تهدئة النظام وتجنب هذه العصبية ؟
- ٨ - ماذا نعني بتعقب الأجزاء . واضرب أمثلة عن الأسباب المؤدية إلى القيام بهذه العملية ؟
- ٩ - وضح العلاقة بين كلفة الإعداد وكلفة الاحتفاظ بالمخزون في تحديد حجم الوجبة ؟
- ١٠ - ماذا نعني بتخطيط احتياجات الطاقة ، وما هي الطرق المتبعة عند وجود تباين بين الطلب والطاقة ؟
- ١١ - ماذا نعني بتخطيط الأسبقية ، وما هي الأسباب المؤدية إلى تحسين تخطيط الأسبقية ؟
- ١٢ - ما هي الأسباب التي تجعل الاحتفاظ بمخزون الأمان بالكمية أو بالوقت في نظام تخطيط الاحتياجات من المواد ؟
- ١٣ - ماذا نعني بالآتي : تخطيط الموارد الصناعية ، تخطيط احتياجات التوزيع ، إمكانية الاستفادة من نظام تخطيط الاحتياجات من المواد في قطاع الخدمات ؟

## التمارين :

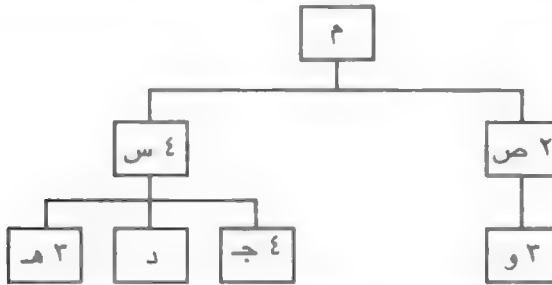
- ١- المصنع الحديث يقوم بإنتاج المنتوجين النهائيين (م) و(ن) ، وقد تلقى الطلبات الآتية :
  - (٥٠٠) وحدة مطلوب تسليمها في الأسبوع الثاني من المنتوج (م) .
  - (٤٠٠) وحدة مطلوب تسليمها في الأسبوع الرابع من المنتوج (م) .
  - (٨٠٠) وحدة مطلوب تسليمها في الأسبوع العاشر من المنتوج (م) .
  - (٦٠٠) وحدة مطلوب تسليمها في الأسبوع الثالث من المنتوج (ن) .
  - (٢٠٠) وحدة مطلوب تسليمها في الأسبوع الثامن من المنتوج (ن) .
  - (٢٠٠) وحدة من كلا المنتوجين (م) و(ن) مطلوب تسليمها في الأسبوع السادس .
 المطلوب : إعداد جدول الإنتاج الرئيسة للمنتوجين (م) و(ن) .
- ٢- المنتج (ع) يتم صنعه من ثلاثة أجزاء هي (أ٢) (ب٣) و(ج) ، وكان الجزء (ب) يصنع من (هـ٤) (و٣) و(ز٢) ، والجزء (ج) يصنع من (ح٢) و(ط٢) ، وإن الجزء الفرعي (هـ) يصنع من المواد الأولية (ك٢) و(ل٣) .
 المطلوب : إعداد تركيبة المنتج (ع) وتحديد احتياجات كل جزء إذا كانت هناك طلبية مقدارها (٢٠٠) وحدة من المنتج (ع) .
- ٣- مصنع القدس للأجهزة الإلكترونية يقوم بإنتاج لوحة مفاتيح مستقلة ، وكان حجم الوجبة في المصنع (٢٠٠) وحدة ومخزون البداية (١٢٠) وحدة ، وقد توفرت البيانات في الجدول أدناه عن الطلبات المتوقعة على لوحة المفاتيح في الفترات الست القادمة .
 المطلوب : إعداد جدول الإنتاج الرئيسة واحتساب مخزون البداية والنهاية في الفترات الست .

الفترات						مخزون البداية = ١٢٠
٦	٥	٤	٣	٢	١	حجم الوجبة = ٢٠٠
٤٠	٥٥	٤٠	-	٦٠	٢٠	الطلب المتوقع
-	١٠	-	٣٠	١٠	٢٠	طلب معرض المصنع
-	-	٢٠	١٠	١٠	٣٠	طلبات الزبائن
١٠	١٥	٢٠	-	٥	١٠	طلبات المستودع

٤- أدناه تركيبة المنتج (م) وكانت أوقات الانتظار كالاتي :

م = أسبوع واحد ، (ص) ، و(ج) = أسبوعان ، وهناك استلام مجدول من (م) مقداره (٥٠) وحدة ومن (ص) مقداره (١٠٠) وحدة في الأسبوع السابق ، ومن (س) مقداره (١٠٠) وحدة ومن (د) (٢٠٠) وحدة ، و(ج) (٥٠) وحدة في الأسبوع الرابع ، كما أن هناك خزين بداية من (و) مقداره (٣٠٠) وحدة ، ومن (ج) (٢٥٠) وحدة ، ومن (هـ) (٤٠٠) وحدة ، فإذا كان الأسلوب المتبع في تحديد الوجبة هو الوجبة المساوية للاحتياج .

حدد جدول الإنتاج الرئيسي للمنتوج (م) وخطط الاحتياجات للمنتوج والأجزاء المكونة إذا كانت هناك طلبية (٣٠٠) وحدة من المنتج (م) تسلم في الأسبوع العاشر .



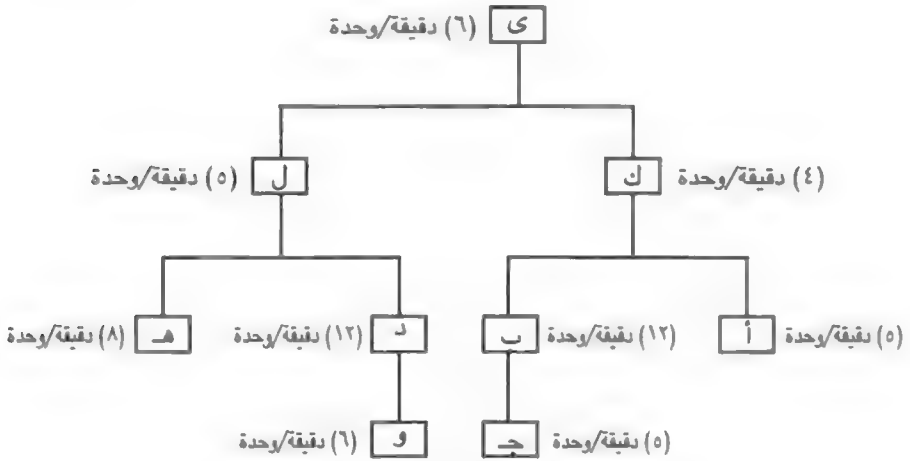
٥- في الجدول الآتي الطلب المتوقع على أحد المنتجات في ثماني فترات قادمة ، وكانت كلفة الإعداد (١٥٠) ديناراً ، وكلفة الاحتفاظ (١٠٥) دينار / وحدة / فترة .

الفترة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٩
الطلب (وحدة)	١٠٠	٨٠	٣٠	٦٠	١٠	٣٠	٦٠	٨٠

المطلوب : احتساب حجم الوجبة والكلفة الكلية باستخدام :

- أ - أسلوب وجبة لوجبة .
- ب - كمية الوجبة الاقتصادية .
- ج - أسلوب سيلفر - ميل .
- د - كلفة الوحدة الأقل .
- هـ - الكلفة الكلية الأقل .

- ٦- أدناه تركيبة المنتج ، أى أوقات معالجة الأجزاء المكونة له ؛ فإذا كان عدد ساعات العمل فى اليوم (١٠) ساعات ، والطلب فى السوق (٥٠) وحدة من المنتج (ى) فى اليوم . المطلوب : أ - تحديد موارد الاختناق وموارد اللاختناق .  
 ب - أين يمكن وضع مخزون الأمان بالكمية والوقت ، ولماذا ؟  
 ج- ما هو حجم مخزون الأمان بالكمية إذا كانت وقت انتظار الإنتاج (٣) أيام ؟





## المراجع :

- (1) E. Adam, Jr and R. J. Ebert. Production and Operations Management, Printice-Hall of India private Ltd New Delhi. 1993.
- (2) E. Anderson, The Management of Manufacturing Models and Analysis, Irwin, Homewood, Bosten, 1994.
- (3) Tn. M. Cook and R. a. Russell, Contemporary Operations Management Text and Cases, Printice-Hall Inc New Jersey. 1980 .
- (4) J. R. Evans. Applied Production and Operation Management, West Publishing Co. America. 1993.
- (5) D. W. Mcleavey and S. I. Narasimhan, Production Planning and Inventory Control, Allyn and Bacon, Inc Bosten 1985.
- (6) S. A. Melnyk and R. f. Gonzalea. MRP|| : The Early Returns Are In. In : J. H. Debn: Ilv. Jr. et al (Editors), Perspectives on Management, Universal Book Stall, New Delhi. 1988.
- (7) W. L. Stevenson. Production / Operations Management, Richard D. Irwin, London. 1990.
- (8) P. J. Bursine. Principles of Inventory and Material Management, Elsevier Science Publishing, New York, 1982.
- (9) J. A. Orlicky, Net Change Material Requirement Planning, IBM, System Journal, Vol 12, No. 1, 1973 PP2-27.
- (10) G. W. Ploss, MRP Yesterday, Today and Tomorrow Production and Inventory Management Review, Voll, 21, No. 3, 1980 PP 1-10 .
- (11) L. P. Kitzman and L. J. Krajewski, Manufacturing Performance Pulling The Right Levers, HBR March-April, 1984 PP 143-53.

## الفصل العاشر : جدولة الإنتاج

- ١ - ١ - المدخل .
- ١٠ - ٢ - الجدولة ونمط الرقابة على الإنتاج .
- ١٠ - ٣ - رؤية كلية للجدولة .
- ١٠ - ٤ - التحميل :
- أولاً : مخطط جانت .
- ثانياً : طريقة الأرقام القياسية .
- ثالثاً : طريقة التخصيص .
- ١٠ - ٥ - التعاقب :
- أولاً : قواعد الأسبقية .
- ثانياً : قواعد وحالات أخرى .
- (١) قاعدة الخامل الأقل .
- (٢) تقليل عدد الأعمال المتأخرة .
- (٣) قاعدة جهسون .
- (٤) معالجة الأعمال في ثلاثة مراكز عمل .
- ١٠ - ٦ - الجدولة التفصيلية .
- ١٠ - ٧ - التعجيل .
- ١٠ - ٨ - الرقابة على المدخلات والمخرجات .
- ١٠ - ٩ - مداخل الجدولة :
- أولاً : الجدولة من الخلف .
- ثانياً : الجدولة إلى الامام .
- ١٠ - ١٠ - الجدولة في الخدمات .
- ١٠ - ١١ - استخدام الحاسبة في الجدولة .
- ١٠ - ١٢ - التجربة اليابانية في مجال الجدولة .
- الأسئلة .
- التمارين .
- المراجع .



## ١٠-١- المدخل :

تعتبر الجدولة عملية برمجة زمنية لتخصيص الأعمال على مراكز العمل وتحديد تعاقبها بشكل تفصيلي ؛ بما يساعد على تحقيق الاستغلال الكفء للموارد المتاحة ، وهى بهذا المعنى تمثل تخطيطاً عند مستوى تنظيمى أدنى ومعالجة تفصيلية للعمليات اليومية خلال أفق زمنى قصير . وقد أوضحنا فى فصل سابق أن التخطيط الإجمالى (والبعض يسميه الجدولة الإجمالية) يغطى أفقاً زمنياً يمتد من (٣-١٨) شهراً ، وأن الخطة الإجمالية هى أهم المخرجات الأساسية للتخطيط الإجمالى . والجدولة (وتسمى أيضاً الجدولة التفصيلية) تغطى أفقاً زمنياً قصيراً قد يمتد إلى (٣) أو (٦) أشهر ، ومخرجاتها الأساسية هى جداول التحميل وترتيب الأعمال وفق أسبقيات معينة .

وإذا كان التخطيط الإجمالى يتسم بدرجة أكبر من التجريد وقدّر أكبر من الابتعاد عن خط الإنتاج الأول ؛ فإن الجدولة على النقيض من ذلك تتسم بدرجة أكبر من التفصيل وقدّر أكبر من الاقتراب من خط الإنتاج الأول ؛ وهذا ما يجعلها تتسم بقدر كبير من المرونة والاستجابة السريعة للتغيرات التى قد لا تتوفر للتخطيط الإجمالى الذى يغطى أفقاً أطول وتجريداً أكبر للتغيرات العشوائية والتذبذبات فى الطلب . كما أن الجدولة - كما تؤكد الدراسات الحديثة - تلعب دوراً مهماً فى عمليات المنافسة ما بين الشركات ، وهذا ناجم عن القدرة على تحقيق التحسينات التفصيلية الصغيرة فى عمليات الجدولة المختلفة (كالتحميل والتعاقب والجدولة التفصيلية والتعجيل والرقابة عليها) بما يساعد على تحقيق هدفين أساسيين فى وظيفة العمليات المعاصرة وهما : تحسين استخدام الموارد المتاحة وخاصة الآلات والعمال ، وتحسين خدمة الزبون من خلال تسليم الطلبات فى المواعيد المحددة ، وخفض الطلبات المؤجلة وغير المنجزة إلى الحد الأدنى .

لهذا كله ، فإن الرؤية الكلية للجدولة وعملياتها بقدر ما تكشف عن موقع الجدولة فى عملية التخطيط الإجمالى ؛ فإنها تكشف أيضاً عن الدور المتزايد للجدولة فى إستراتيجية العمليات التى أصبحت أكثر اقتراباً من عمليات الإنتاج اليومية وبالتالي أكثر اقتراباً من الزبون .

## ١٠- ٢ الجدولة ونمط الرقابة على الإنتاج :

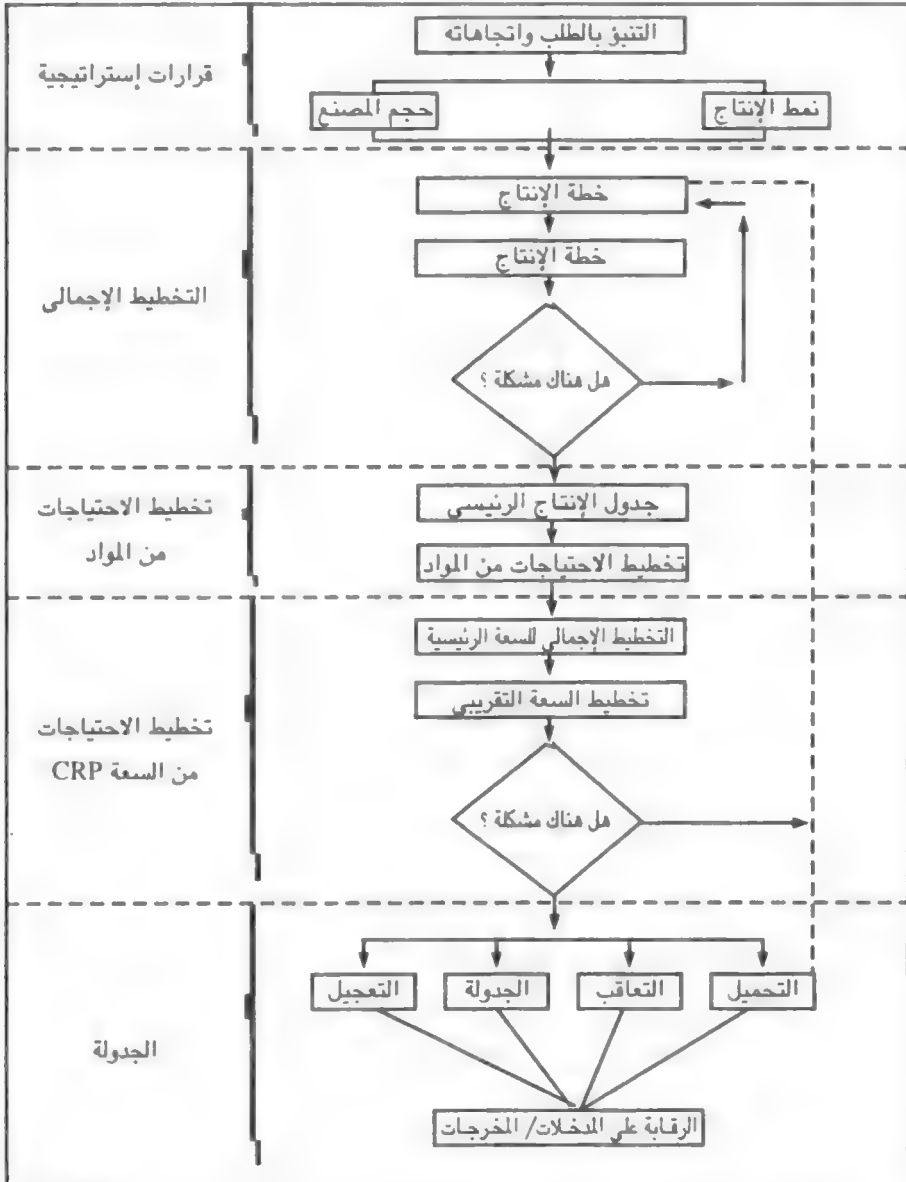
إن نمط الرقابة على التدفق فى الإنتاج المستمر يركز على الاهتمام على معدل تدفق المواد خلال العمليات ، أى ضرورة توفر المواد والعمل لاستمرار التدفق وعدم توقف الخط وتحقيق الحد الأدنى من ظاهرتى الاختناق والوقت العاطل . ولأن التوقيت وتخصص الآلات والعمليات ومواد العمل يكون قياسياً ، والمنتجات قياسية والإنتاج أو الصنع للخرن وليس للطلبية ، وتعاقب العمليات ثابت ؛ لهذا تكون الجدولة مصممة فى التنظيم الداخلى ، ولا تكون هناك حاجة للقيام بالجدولة كما هو الحال فى الإنتاج المتقطع ، وفى نمط الرقابة على الطلبية فى الإنتاج المتقطع يتركز الاهتمام على الطلبيات المتنوعة ، حيث كل طلبية تتطلب معالجة متميزة مع احتياجات خاصة تتمثل فى مواد تختلف من طلبية لأخرى ، تهيئة وإعداد الآلات ، إرشادات للعمال حول الطلبية ، وقت قياسى متباين ، مسار وتعاقب عمليات مختلف ، وإنتاج بكميات متباينة من طلبية لأخرى ؛ لأن الإنتاج أو الصنع يكون من أجل الطلبية ؛ لهذا كله فإن الجدولة تكون صعبة معقدة ، وتتطلب رقابة جيدة وفعالة من أجل إنجاز الطلبيات فى مواعيدها وتحسين استغلال الموارد المتاحة .

لهذا فإن جدولة الإنتاج فى نمط الإنتاج المتقطع تتطلب الدراسة والتحليل من أجل تخصيص الأعمال على مراكز العمل المختلفة وتحقيق التعاقب الأمثل أو الأفضل للأعمال ؛ لتحقيق كفاءة استخدام الموارد فى مراكز العمل وتحسين خدمة الزبون بخفض فترات الانتظار والتأخير عن مواعيد الأداء والتسليم ، ولا شك فى أن هذه المتطلبات تجعل الجدولة مشكلة صعبة ومعقدة .

## ١٠- ٣- رؤية كلية للجدولة :

لقد أشرنا إلى أن الجدولة هى عملية التخطيط على مستوى تنظيمى أدنى ، وأن العمليات الأساسية التى تكون الجدولة هى : التحميل ، تعاقب الأعمال ، الجدولة التفصيلية ، التعجيل ، والرقابة على المدخلات/المخرجات ، والشكل رقم (١٠-١) يوضح مراحل عملية تخطيط العمليات وعمليات الجدولة .

الشكل رقم (١٠-١) : مراحل عملية تخطيط العمليات وموقع عمليات الجدولة فيها



وفى إطار النظرة الكلية لإستراتيجية العمليات وكما يظهر فى الشكل (١٠-١) فإن إستراتيجية العمليات (القرارات الإستراتيجية) تحدد فى ضوء حجم السوق والتنبؤ بالطلب واتجاهاته ، نمط الإنتاج وحجم المصنع ، أى مقدار السعة الثابتة فى المدى البعيد (حيث نمط الإنتاج ومقدار السعة الثابتة تمثل قرارات إستراتيجية) ؛ ليقوم التخطيط الإجمالى باستغلال السعة الثابتة والسعة القابلة للتعديل من خلال الخطة الإجمالية فى المدى المتوسط للإيفاء بالطلب ؛ ليأتى تخطيط الاحتياجات من المواد ومن السعة ليمثل وسائل وخطوات منطقية ضرورية لترجمة الخطة الإجمالية إلى جدول الإنتاج الرئيسى ، ومن ثم إلى صافى احتياجات من المواد والسعة فى الأوقات المحددة والمخططة ، وعندئذ تكون عمليات الجدولة بمثابة الخطوات الأخيرة فى تخصيص الأعمال (التحميل) وفق ترتيب معين يحدد أسبقيات الإنجاز (تعاقب الأعمال) لتقوم الجدولة التفصيلية بتحديد المواعيد التفصيلية لبدء وانتهاء العمل فى الزمن التقويمى والاستعانة بالتعجيل عند الحالات الطارئة أو عند التأخير . ومن خلال الرقابة على المدخلات / المخرجات يمكن الرقابة على عملية الجدولة فى مراكز العمل المختلفة ومدى الملائمة بين السعة والمخرجات المخططة ، وكذلك مدى انسجام الجدولة مع توجهات الإدارة فى إنجاز الأعمال فى المواعيد أو قبول تراكم الأعمال غير المنجزة وغير ذلك .

إن الشكل رقم (١٠-١) يوضح أيضاً أن الجدولة بقدر ما تنقسم بالمدى القريب والمستوى التنظيمى الأدنى الذى يقربها من القرارات التشغيلية المرتبطة بالتفاصيل والعمليات اليومية عند كل مركز من مراكز العمل المختلفة - فإنها تتطلب نظرة كلية متأنية من جدولة جميع مراكز العمل لمختلف المهام والأعمال والطلبات الضرورية فى أفق الجدولة . كما أن هذه النظرة الكلية ضرورية لتعدد العمليات الأساسية المكونة للجدولة والمتمثلة فى التحميل وتعاقب الأعمال ، والجدولة التفصيلية والتعجيل والرقابة على المدخلات/المخرجات ، والتى تشكل مجملها وحدة متكاملة من أجل الرقابة على استغلال الموارد

- المتاحة في المصنع بكفاءة وفعالية ، وبما يحقق أهداف الشركة في الإنتاج .  
ويمكن أن نحدد أهداف الجدولة في نمط الإنتاج حسب الطلب كالاتي :
- أ - إكمال أكبر عدد من الطلبات في مواعيدها .
  - ب - الاستغلال الكفء للآلات والعمال .
  - ج - أدنى قدر ممكن من المخزون أو العمل تحت التشغيل .
  - د - أدنى قدر ممكن من الاحتفاظ بمخزون المنتجات النهائية (الإنتاج قبل الأوان) ومن التعجيل (استخدام سعة إضافية أو وقت إضافي) .

#### ١٠-٤ - التحميل :

إن كل طلبية جديدة لمنتوج جديد تتطلب تخصيص الأعمال والمهام المطلوبة لإنجازها على مراكز العمل اللازمة حسب المسار الفني للمنتوج ، وبهذه الشاكلة يتم تحميل مراكز العمل بالمهام المطلوبة في الفترة ؛ لذا يمكن تعريف التحميل بأنه عملية تخصيص الأعمال والمهام (الطلبات) على مراكز العمل على أساس يومي أو أسبوعي أو شهري ، وبما يحقق الاستغلال الكفء (أقصر وقت أو أدنى كلفة) للموارد المتاحة (الآلات والعمال) . ومن التعريف يمكن أن نلاحظ أن تخصيص الأعمال والمهام قد لا يكون كفوفاً ؛ وذلك لوجود عدة آلات أو عمال توفر بدائل متعددة لتخصيص الأعمال والمهام ؛ مما يجعل التحميل مشكلة تستلزم اختيار البديل الأفضل . وهناك نوعان من التحميل هما :

١- **التحميل المحدود أو النهائي** : في هذا النوع من التحميل ، فإن المصنع أو الورشة تعتمد على سعة محدودة يتم التحميل في حدودها ؛ لهذا فإن التحميل لا يتجاوز السعة المتاحة ، وفي هذا النوع من التحميل قد يظهر التحميل الناقص لمراكز العمل دون أن يكون مسموحاً التحميل الزائد والشكل (١٠-٢-أ) يمثل هذا النوع من التحميل .

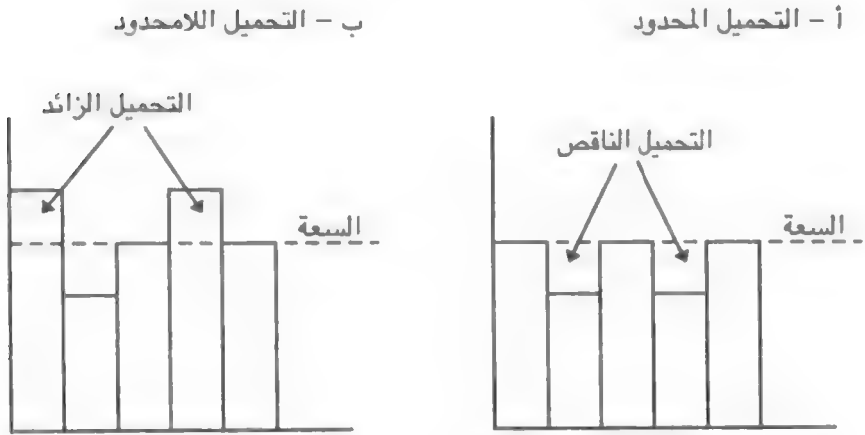
٢- **التحميل اللامحدود أو اللانهائي** : في هذا النوع من التحميل لا تكون هناك محددات للتحميل ، وبالتالي فإن التحميل يستمر لمراكز العمل حتى وإن لم تكن هناك سعة



متاحة ؛ لهذا يظهر فى هذا النوع التحميل الناقص أو التحميل الزائد على حد سواء . والشكل رقم (١٠-٢ب) يوضح ذلك .

ومن أمثلة التحميل المحدود أن المصنع (وكذلك مراكز العمل) يحدد قبول خمس طلبيات فى انتظار المصنع وكحد أعلى ، ولا يقبل ما يزيد على ذلك خلال كل فترة . أما فى حالة التحميل اللامحدود فلا قيود على أية طلبية تقدم للمصنع مهما كان عدد الطلبيات فى خط انتظار المصنع .

### الشكل رقم (١٠-٢) : نوعان للتحميل



وهناك طرق عديدة يمكن استخدامها فى عملية التخطيط والرقابة على تنفيذ بعض العمليات مثل مخطط جانـت ، وفى عملية التحميل مثل طريقة الأرقام القياسية وطريقة التخصيص .

### أولاً : مخطط جانـت (Gantt Chart)

تعتبر مخططات جانـت من أقدم طرق الجدولة التى تتسم بسعة الانتشار والاستخدام ؛ نظراً لبساطتها وسهولتها فى الإعداد والاستخدام والفهم وتعدد

الأغراض : مما يجعل منها أداة شعبية ، وتعود تسميتها إلى (هنرى جانت H.Gantt) التى ابتكرها فى العشرينيات من القرن الحالى . ومخطط جانت عبارة عن جدول محوره الأفقى يتكون من الفترات الزمنية الموزعة عادة إلى أسابيع ومحوره العمودى يتكون من الفعاليات أو الأنشطة الأساسية وعند التحميل لمراكز متعددة فإن المحور العمودى يتكون من مراكز العمل . وإعداد مخطط جانت لابد من الخطوات الثلاث الآتية :

أ - تحديد الفعاليات والأنشطة الأساسية المطلوبة لإنجاز الطلبية فى مركز أو مراكز العمل .  
ب - تقدير الأوقات اللازمة لإنجاز الفعاليات أو الأنشطة الأساسية .

ج - تحديد علاقات الأسبقية بين الفعاليات أو الأنشطة الأساسية والتى تستنتج من دراسة الفعاليات والأنشطة الأساسية والاعتماد المتبادل فيما بينها .

وهناك ثلاث وظائف يقوم بها مخطط جانت هى :

- وظيفة التخطيط . حيث يتم إعداد المخطط للفعاليات المراد إنجازها خلال الفترة القادمة .
- وظيفة الرقابة : حيث يستخدم المخطط بعد تنفيذ الفعاليات فى المقارنة بين الفترة المخططة والفعالية والكشف عن الانحرافات .
- النشاط التصحيحي : فى حالة وجود انحرافات فى التنفيذ الفعلى عن المخطط يتم التدخل من قبل الإدارة لمعالجة الانحراف ، كما هو الحال فى استخدام موارد إضافية لغرض التعجيل وتجنب التأخير .

كما أن مخططات جانت تقسم إلى ثلاثة أنواع :

- مخططات الجدولة أو التقدم (Scheduling or Progress Chart) : تصور الفعاليات المتعاقبة .

- مخططات التحميل (Loading Chart) : تظهر المهام أو الفعاليات المحددة والمخصصة لمجموعة من الآلات أو العمال .

- مخططات التسجيل (Record Charts) : تستخدم لتسجيل أوقات العمل الفعلية وتأخيرات الآلات والعمال .

والمثال (١٠-١) عن مخطط التقدم لتوضيح إعداد المخطط أو استخدامه لأغراض التخطيط والرقابة .

## مثال (١٠-١) :

تلقى أحد المصانع طلبية جديدة من إحدى الشركات وبعد الدراسة والتحليل توفرت البيانات الآتية عن الفعاليات الأساسية المطلوبة لتنفيذ الطلبية الجديدة والمدة التي تستغرقها كل منها .

- ١- التعاقد مع الشركة على الطلبية الجديدة : (٢) أسبوعان .
- ٢- اختيار العمال والآلات : (١) أسبوع واحد .
- ٣- إعداد وتهيئة الآلات وتدريب العمال : (٣) أسابيع .
- ٤- تصميم الأجزاء المطلوبة : (٥) أسابيع .
- ٥- شراء المواد واستلامها وفحصها : (٤) أسابيع .
- ٦- إنتاج الأجزاء المطلوبة : (١٠) أسابيع .
- ٧- التجميع : (٢) أسبوعان .
- ٨- التسليم : (١) أسبوع واحد .

المطلوب ١- إعداد مخطط لتخطيط الفعاليات الأساسية للطلبية الجديدة .

٢- إعداد مخطط جانتي للفعاليات الأساسية المخططة والفعلية إذا كان المصنع قد ابتدأ العمل بالطلبية في (١٧) حزيران ، وفي (٢٦) من تشرين الثاني كان تقدم الفعاليات الأساسية في التنفيذ كالآتي :

التعاقد مع الشركة (٣) أسابيع ، اختيار العمال والآلات أسبوع واحد ، إعداد وتهيئة الآلات وتدريب العمال (٤) أسابيع ، تصميم الأجزاء (٥) أسابيع ، شراء المواد واستلامها وفحصها (٥) أسابيع ، إنتاج الأجزاء (١٣) أسبوعا .

٣- ما هي الإجراءات المقترحة لإنجاز العمل في الموعد المخطط .

الحل :

- إعداد مخطط جانتي :

الفعاليات	الأسابيع									
	٢٢	٢٠	١٨	١٦	١٤	١٢	١٠	٨	٦	٤
التعاقد مع الشركة										
اختيار العمل والآلات										
إعداد الآلات وتدريب العمال										
تصميم الأجزاء المطلوبة										
شراء المواد										
إنتاج الأجزاء المطلوبة										
التجميع										
التسليم										

- يلاحظ من المخطط أعلاه أن المصنع لا يمكن أن يبدأ باختبار العمال والآلات إلا بعد التعاقد مع الشركة صاحبة الطلبية ، وأن إعداد الآلات وتدريب العمال لا يمكن البدء به إلا بعد الانتهاء من اختبار العمال والآلات نهاية الأسبوع الخامس ، أما تصميم الأجزاء فإنه مرتبط بالتعاقد مع الشركة : لهذا فإنه يبدأ بعد نهاية الأسبوع الثاني وحتى نهاية الأسبوع السابع ، كما أن شراء المواد مرتبط بإنهاء التعاقد مع الشركة . أما إنتاج الأجزاء فإنه مرتبط بإعداد الآلات وتدريب العمال وتصميم الأجزاء وشراء المواد ، ولا يمكن البدء إلا بعد الانتهاء من الفعالية ذى أطول فترة زمنية وهي تصميم الأجزاء بفترة (٥) أسابيع .



إن مخطط جانت يدعى أيضاً المخطط الشريطي (Bar Cart) ، وهذه التسمية متأتية من تمثيل الفعاليات المخططة والفعلية على شكل أشرطة كما مبين في المخطط أعلاه ، ويلاحظ من المخطط أن تأخر الفعالية (١) بأسبوع واحد أدى إلى تأخير الفعاليات (٢) ، (٤) و(٥) ؛ ولذلك نعتبرها فعالية حرجية إلى أن تصبح الفعالتان (٣) و(٤) حرجيتين ، ونلاحظ أيضاً تأخر الفعالية (٣) أسبوعين ، والفعالية (٤) أسبوعاً واحداً عما هو مخطط ؛ ما أدى إلى تأخر بدء الفعالية (٦) وهي إنتاج الأجزاء بأسبوع ثانٍ ؛ لهذا من المتوقع في (٢٦) تشرين الثاني أن يتأخر المشروع أسبوعين عما هو مخطط .

- الإجراءات المقترحة لإنجاز العمل في الموعد المخطط تتمثل في استخدام موارد إضافية (عمال إضافيين) ووقت إضافي وآلات إضافية في الفعالتين (٧) و(١٠) ؛ لكي يكون بالإمكان إنجازها في فترة أسبوعين بدلاً من (٤) أسابيع كما هو

مخطط ، أى أن المصنع يستخدم التعجيل كوسيلة لتجنب التأخير فى تسليم الطلبية .

### ثانيا : طريقة الأرقام القياسية :

إن طريقة الأرقام القياسية تقدم أسلوباً منهجياً جيداً لتخصيص الأعمال ، تستخدم فى حالة وجود عدة أعمال (أو طلبيات) يمكن إنجازها من قبل عدة مراكز عمل ؛ وأن الإدارة تسعى إلى إنجاز أكبر عدد من هذه الطلبيات بأقصر وقت أو أدنى كلفة إنتاج . والحالة المثالية فى عملية التحميل تكون عند تخصيص العمل أو الطلبية لمركز العمل الذى يأخذ أقصر وقت معالجة (أو أقل كلفة) ولكن هذه الحالة غير ممكنة دائماً بسبب محدودات السعة ؛ لهذا تلجأ إلى الأسلوب التجريبي بما يسمح بالتوصل إلى الحل السريع لمشكلة التحميل ، وهذا ما تقدمه طريقة الأرقام القياسية بوصفها أسلوباً تجريبياً كفنّاً .

إن الرقم القياسى فى هذه الطريقة يمثل التخصيص الأمثل لكل عمل أو طلبية إلى مركز العمل وفى حالة عدم اختبار هذا التخصيص ؛ فإن أى تخصيص آخر سيؤدى إلى تحمل كلفة الفرصة البديلة التى هى عبارة عن الفرق بين التخصيص المختار لتخصيص الأمثل ؛ لهذا فإن اختبار الرقم القياسى يكون هدفاً مرغوباً ، وعدم اختياره يمثل كلفة إضافية يتم تحملها بسبب محدودات السعة كما سنلاحظ ذلك فى المثال (١٠-٢) .

#### مثال (١٠-٢) :

فى الجدول الآتى الساعات المطلوبة لإنجاز ستة أعمال يمكن أن تتم على أى من أربعة مراكز عمل والسعة المتاحة (بالساعات) .

المطلوب : تخصيص الأعمال الستة على مراكز العمل الأربعة بأقصر وقت معالجة باستخدام طريقة الأرقام القياسية علماً بأن تجزئة العمل الواحد بين مراكز العمل غير مسموحة .

الاعمال	مركز العمل (١) وقت المعالجة (ساعة)	مركز العمل (٢) وقت المعالجة (ساعة)	مركز العمل (٣) وقت المعالجة (ساعة)	مركز العمل (٤) وقت المعالجة (ساعة)
أ	٧٥	٦٥	٨٠	٩٠
ب	٥٦	٧٠	٤٢	٦٤
ج	١٠٠	٩٠	٧٥	٨٠
د	٤٨	٦٠	٧٢	٥٤
هـ	٣٠	٤٦	٢٤	—
و	٥٠	—	٥٥	٦٠
السعة المتاحة	٤٠	٧٥	٦٠	١٥٠

الحل :

١- احتساب الأرقام القياسية وفق هذه الطريقة ، وذلك بتحديد وقت المعالجة الأقصر لكل عمل من الأعمال . ومن ثمة قيمة أوقات المعالجة الخاصة بذلك العمل في المراكز الأربعة . ويلاحظ من الجدول أن أقصر وقت معالجة للعمل (د) هو (٤٨) ساعة ، ويقسم أوقات المعالجة المناظرة لذلك العمل عليه نحصل على الأوقات القياسية في المراكز الأربعة (١ ، ١.٢٥ ، ١.٥ ، ١.١٣) وكذلك بالنسبة للأعمال الأخرى .

٢- يتم تحديد الرقم القياسي الأقل في مراكز العمل الأربعة : ليتم تخصيص العمل المناظر له ، وهكذا حتى يتم تخصيص جميع الأعمال .

مركز العمل (١)		مركز العمل (٢)		مركز العمل (٣)		مركز العمل (٤)		الأعمال
الرقم القياسي	وقت المعالجة (ساعة)	الرقم القياسي	وقت المعالجة (ساعة)	الرقم القياسي	وقت المعالجة (ساعة)	الرقم القياسي	وقت المعالجة (ساعة)	
١.١٥	٧٥	١.٢٣	٨٠	١.٠٠	(٦٥)	١.٣٨	٩٠	أ
١.٣٣	٥٦	١.٠٠	(٤٢)	١.٦٧	٧٠	١.٥٢	٦٤	ب
١.٣٣	١٠٠	١.٠٠	٧٥	١.٢٠	٩٠	١.٠٧	(٨٠)	ج
١.٠٠	(٤٨)	١.٥٠	٧٢	١.٢٥	٦٠	١.١٣	٥٤	د
١.٢٥	٣٠	١.٠٠	(٢٤)	١.٩٢	٤٦	-	-	هـ
١.٠٠	٥٠	١.١٠	٥٥	-	-	١.٢٠	(٦٠)	و
٤٨		٦٥		٦٦		١٤٠		السعة المخصصة
٤٠		٧٥		٦٠		١٥٠		السعة المتاحة
٨ -		١٠		٦ -		١٠		الفرق

يلاحظ من الجدول أعلاه أن الأعمال (أ) ، (ب) ، (د) ، (هـ) تم تخصيصها لمراكز العمل (٢) ، (٣) ، (١) حيث كانت ذات أرقام قياسية دنيا هي (١.٠٠) ، الآن العمل (ج) لم يخصص لمركز العمل (٣) رغم أنه ذو رقم قياسي أدنى (١.٠٠) : وذلك لنقص السعة المتاحة في المركز المذكور : لهذا تم تخصيص العمل (ج) لمركز العمل (٤) ذي الوقت القياسي الأدنى اللاحق (١.٠٧) لتوفر السعة فيه . وكذلك الحال بالنسبة للعمل (و) لم يخصص لمركز العمل (١) ذي الرقم القياسي الأدنى (١.٠٠) ولا مركز العمل (٣) ذي الرقم القياسي الأدنى اللاحق (١.١٠) لعدم توفر السعة ، وتم تخصيصه لمركز العمل (٤) ذي الرقم القياسي (١.٢٠) لتوفر السعة .



كما يلاحظ من الجدول وجود سعة فائضة (السعة المتاحة أكبر من السعة المخصصة) يمكن استخدامها في أعمال إضافية في مركز العمل (٢) و(٤) ، وهناك نقص في السعة (السعة المتاحة أكبر من السعة المخصصة) ، وهذا يعنى إما استخدام سعة إضافية أو تأخير موعد التسليم .

### ثالثا : طريقة التخصيص :

إن طريقة التخصيص (Assignment Method) هي حالة خاصة من مسائل البرمجة الخطية ، حيث يمكن تعريفها بأنها نموذج للبرمجة الخطية ذو أغراض خاصة يستخدم في المسائل التي تستدعى توزيع المهام أو الأعمال المطلوبة على الموارد المتاحة (كالات والعمال ومراكز العمل ... إلخ) : للتوصل إلى الملاعة المثلى بين المهام والموارد ، وطريقة التخصيص الأمثل وتستلزم المشكلات في طريقة التخصيص صنع القرار في ظروف التأكد ، كما أن كلفة إنجاز كل عمل من الأعمال على كل آلة من آلات تكون معلومة : لذا فإن هذه المسألة يمكن عرضها في مصفوفة كلفة (ن×ن) : حيث إن (ن) هي عدد الأعمال والجدول رقم (١٠-٣) يمثل مصفوفة الكلف (٤×٤) .

الجدول رقم (١٠-٣) : مصفوفة الكلف في مشكلة التخصيص  
الأرقام بالدينار

الأعمال \ الآلات	الآلات			
	١ل	٢ل	٣ل	٤ل
أ	٨	٧	٦	٩
ب	٧	٨	٢	١١
ج	٣	٦	٧	٨
د	٥	٩	١٢	١٤

ومن الجدول السابق نلاحظ أن مسألة التخصيص لها أربعة صفوف وأربعة أعمدة ؛ لهذا فإن عدد التخصيصات الممكنة لكل زوج من عمل - آلة ، وهو مضروب (٤!) ، وهذا يساوى  $(4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24)$  ؛ مما يعنى فى مشكلة صغيرة كهذه أنه بالإمكان تحديد (٢٤) تخصيصاً ممكناً بطريقة تجريبية ، ومن ثم اختبار التخصيص الأمثل (أحياناً يكون أكثر من تخصيص أمثل واحد) الذى يحقق أدنى كلفة (فى مسألة الحد الأدنى) أو أعلى ربح (فى مسألة الحد الأعلى) ، ولكن الطريقة التجريبية تصبح مرهقة إذا ما زاد عدد التخصيصات الممكنة سيكون (١٠!) أى (٤٠٣٢٠) تخصيصاً ؛ مما يصبح من غير العملى استخدام مثل هذه الطريقة لتحديد التخصيص الأمثل الذى يمكن التوصل إليه بجهد أقل ووقت أقصر باستخدام طريقة التخصيص .

تستخدم طريقة التخصيص فى مسألة الحد الأدنى التى تستهدف تحقيق الربح الأعلى أو المزايا الأكبر . ومن أجل استخدام طريقة التخصيص فى هذه المسائل : فلابد من أن تتوفر بعض الشروط ، هى :

- ١- أن عدد الصفوف (الأعمال مثلاً) يجب أن يتساوى مع عدد الأعمدة (الآلات) .
- ٢- أن كل عمل من الأعمال يجب أن يخصص لآلة واحدة فقط (عدم جواز تخصيص أكثر من عمل واحد أو لآلة واحدة على أثنين) .
- ٣- أن كل آلة من الآلات تستطيع القيام بأى عمل من الأعمال .
- ٤- وأخيراً ، أن كلفة القيام بكل عمل من الأعمال على أية آلة من الآلات تكون معروفة وثابتة ، غير أن الشرطين (١) ، (٤) يمكن التخلص منهما بتعديلات بسيطة نوردتها فيما بعد . ونعرض فيما يأتى لطريقة التخصيص فى عدد من المسائل .

#### أ- مسألة الحد الأدنى :

إن عدداً كبيراً من المشكلات تدخل ضمن مسائل الحد الأدنى التى يمكن حلها بطريقة التخصيص مثل تخصيص الأعمال للآلات أو العمال أو مراكز العمل ، تخصيص خطط الإنتاج على المصانع المتعددة ، تخصيص المواد المخزونة على المستودعات ، شحن المواد من المستودعات المتعددة إلى الأماكن المتخصصة المتعددة

أيضاً وغير ذلك ، ولتوضيح كيفية استخدام طريقة التخصيص : لناخذ مصفوفة الكلفة في الجدول السابق رقم (١٠-٣) ، ويمكن حل مثل هذه المشكلات بطريقة التخصيص باتباع الخطوات الأساسية الآتية :

الخطوة الأولى : تحديد أقل رقم من كل صف من صفوف مصفوفة الكلفة ، ومن ثم طرحه من كل رقم موجود في الصف ، والجدول رقم (١٠-٤) يوضح هذه الخطوة .

الجدول رقم (١٠-٤) : احتساب الخطوة الأولى

أقل رقم في الصف	الآلات				الآلات الأعمال
	١ل	٢ل	٣ل	٤ل	
٦	٢	١	صفر	٣	أ
٢	٥	٦	صفر	٩	ب
٣	صفر	٣	٤	٥	ج
٥	صفر	٤	٧	٩	د

الخطوة الثانية : نكرر الخطوة الأولى بالنسبة للأعمدة ، أي تحديد أقل رقم في كل عمود من أعمدة المصفوفة الجديدة ، ومن ثم طرحه من كل رقم موجود في العمود ، والجدول رقم (١٠-٥) يوضح هذه الخطوة .

الجدول رقم (١٠-٥) : احتساب الخطوة الأولى

أقل رقم في العمود	الآلات				الآلات الأعمال
	١ل	٢ل	٣ل	٤ل	
١	٢	١	صفر	٣	أ
ب	٥	٦	صفر	٩	ب
ج	صفر	٣	٤	٥	ج
د	صفر	٤	٧	٩	د
أقل رقم في العمود	صفر	١	صفر	٣	

الخطوة الثالثة : اختبار الأمثلية ، وذلك بتغطية جميع الأصفار باستخدام العدد الأدنى من خطوط التغطية الأفقية أو الرأسية في الجدول الأخير ، فإذا كان عدد خطوط التغطية مساوياً لعدد الصفوف : فإن التخصيص الأمثل قد تحقق وفي هذه الحالة يتم إكمال الحل بالخطوة السادسة ، أما في حالة عدم تساوى خطوط التغطية مع عدد الصفوف يتم إكمال الحل بالخطوة الرابعة ، ويوضح الجدول رقم ( ١٠-٦-١ ) هذه الخطوة حيث يظهر جلياً أن العدد الأدنى من خطوط التغطية كان ثلاثة خطوط فقط ، أى من عدد الصفوف في المصفوفة (عدد الصفوف ٤) .

أ - تحديد أقل رقم غير مغطى (وهو رقم ٢) ، ومن ثم طرحه من كل رقم غير مغطى في الجدول (١٠-٦-١) .

ب - إضافة أقل رقم غير مغطى (وهو رقم ٢) إلى الأرقام التى عندها تتقاطع خطوط التغطية كما فى الجدول (١٠-٦-ب) .

الجدول رقم (١٠ - ٦ - أ) : الخطوة الثالثة : خطوط التغطية

الأعمال	الألات			
	١ل	٢ل	٣ل	٤ل
أ	٤	صفر	صفر	صفر
ب	٥	٥	صفر	٦
ج	صفر	٢	٤	٢
د	صفر	٣	٧	٢

الجدول رقم (١٠ - ٦-ب) : الخطوة الرابعة

الأعمال	الألات			
	١ل	٢ل	٣ل	٤ل
أ	٤	صفر	٢	صفر
ب	٥	٣	صفر	٤
ج	صفر	صفر	٤	صفر
د	صفر	١	٧	صفر

الخطوة الخامسة : القيام بتكرار الخطوة الثالثة وربما أيضاً الرابعة (حسب ناتج الخطوة الثالثة) حتى يتم تحقيق الحل الأمثل ، أى تساوى خطوة التغطية المطلوبة مع عدد الصفوف . وعند تغطية الأسعار فى الجدول الأخير نجد أن العدد الأدنى المطلوب من خطوط التغطية هو أربعة خطوط كما فى الجدول (١٠-٧-أ) وهو ما يساوى عدد الصفوف : مما يعنى تحقيق الحل الأمثل .

الجدول رقم (١٠-٧-ب) : الخطوة السادسة

الآلات				الآلات الأعمال
٤ل	٣ل	٢ل	١ل	
صفر	٢	صفر	٤	أ
٤	صفر	٣	٥	ب
صفر	٤	صفر	صفر	ج
٤	٧	٣	صفر	د

الآلات				الآلات الأعمال
٤ل	٣ل	٢ل	١ل	
صفر	٢	صفر	٤	أ
٤	صفر	٣	٥	ب
صفر	٤	صفر	صفر	ج
٤	٧	١	صفر	د

الخطوة السادسة : تحديد التخصيص الأمثل ، وذلك بأن نبدأ بالصف أو العمود الذى فيه صفر واحد (لأن الصف أو العمود الذى فيه صفر واحد يعنى عدم وجود مرونة فى التخصيص ولا بد من اختياره أولاً بعكس الصف أو العمود الذى فيه أكثر من صفر) .

لقد أشرنا إلى أن أحد شروط طريقة التخصيص هو تساوى عدد الصفوف مع عدد الأعمدة ، ولكن بالإمكان استخدام الطريقة عند عدم تساوى الصفوف مع الأعمدة ، وذلك باستخدام الصف الوهمى فى حالة كون عدد الأعمدة أكبر بواحد من عدد الصفوف ، أو استخدام العمود الوهمى مع قيم (أ) وكلف صفورية ليتم بعد ذلك الحل بنفس الخطوات التى سبق عرضها والمثال (١٠-٢) يوضح هذه الحالة .

مثال (١٠-٣) :

الجدول الآتي يتضمن كلفة إنجاز أربعة أوامر عمل من قبل ثلاثة عمال .

المطلوب : تحديد التخصيص الأمثل لإنجاز الأعمال بالكلفة الأدنى (الأرقام بالدينار) .

العمال	سمير	أحمد	فؤاد
١٦ س	٨	٧	١١
١٧ س	٩	١٢	١٦
١٨ س	١٠	١٣	١٤
١٩ س	١١	٨	١٠

الحل :

لأن عدد العمال (الأعمدة) أقل من عدد الأعمال (الصفوف) ؛ لذا نضيف العمود الوهمي . وبسبب وجود العمود الوهمي بقيم صفرية لا حاجة للقيام بالخطوات الأولى بالنسبة للصفوف ؛ لذا نقوم بالخطوة الثانية بالنسبة للأعمدة ؛ وذلك بتحديد أقل رقم في عمود وطرحه من كل رقم في العمود .

الجدول الأول

العمال	سمير	أحمد	فؤاد	وهمي
١٦ س	٨	٧	١١	صفر
١٧ س	٩	١٢	١٦	صفر
١٨ س	١٠	١٣	١٤	صفر
١٩ س	١١	٨	١٠	صفر

الجدول الثاني

العمال	سمير	أحمد	فؤاد	وهمي
١٦ س	صفر	صفر	١	صفر
١٧ س	١	٥	٦	صفر
١٨ س	٢	٦	٤	صفر
١٩ س	٣	١	صفر	صفر

استخدام الخطوط لتغطية الأصفار ، ومن ثم اختبار الأمثلية ، وحيث إن العدد الأدنى المطلوب لتغطية جميع الأصفار أقل من عدد الصفوف ؛ لذا نواصل خطوات الحل بتحديد أقل رقم غير مغطى وهو رقم (١) ، ومن ثم طرحه من كل رقم غير مغطى ،

وكذلك إضافته إلى أرقام تقاطع خطوط التغطية كما في الجدول الثالث ، نكرر الخطوات السابقة باستخدام خطوط التغطية على نفس الجدول ، وحيث إن عدد الخطوط في هذا الجدول مساوٍ لعدد الصفوف فإن الحل الأمثل تحقق : لذا نقوم بالتخصيص الأمثل واحتسابه .

الجدول الثالث

العمال	سمير	أحمد	فؤاد	وهى
١٦ س	صفر	صفر	١	١
١٧ س	صفر	٤	٥	صفر
١٨ س	١	٥	٣	صفر
١٩ س	٣	١	صفر	١

الجدول الرابع

العمال	سمير	أحمد	فؤاد	وهى
١٦ س	صفر	صفر	١	١
١٧ س	صفر	٤	٥	صفر
١٨ س	١	٥	٣	صفر
١٩ س	٣	١	صفر	١

إن التخصيص الأمثل وكلفته :

$$١٦ \text{ س} - \text{أحمد} = ٧$$

$$١٧ \text{ س} - \text{سمير} = ٩$$

$$١٩ \text{ س} - \text{فؤاد} = ١٤$$

$$١٨ \text{ س} - \text{وهى} = \text{صفر (العمل ١٨ س لن ينجز لعدم وجود عامل)}$$

$$\text{المجموع } ٣٠ \text{ ديناراً .}$$

ب - مشكلة الحد الأعلى :

إن الخطوات المطبقة في مشكلة الحد الأدنى يمكن أن تطبق على مشكلة الحد الأعلى مع اختلاف بسيط ، ويكون الهدف هو تحقيق الربح الأعلى ، أى أن فاعلية العمل أو التخصيص الأمثل يتحدد بالربح الأعلى بدلاً من الكلفة الأدنى ، إن اختلاف مهارة وخبرة العمال مثلاً يؤدي إلى اختلاف الربح من إنجاز أى عمل من الأعمال : لهذا فإن مشكلات الحد الأعلى تصاغ في مصفوفة الربح بدلاً من مصفوفة الكلفة ،

وأن مصفوفة الربح تحول إلى مصفوفة الفرصة البديلة الضائعة التي تتحدد بالفرق بين الربح المتحقق فعلياً من تخصيص عمل معين والربح الأعلى الذي يمكن أن يتحقق إذا ما تم التوصل إلى التخصيص الأمثل .

إن الاختلاف الأساسي في خطوات الحل في مشكلة الحد الأعلى عن مشكلة الحد الأدنى ، هو أن الخطوة الأولى تكون بتحديد أكبر رقم في كل صف ، ومن ثم طرح كل رقم في الصف منه ، وكذلك الحال بالنسبة للأعمدة ، أما بقية الخطوات فلا تغيير فيها ، والمثال رقم (١٠ - ٤) يوضح ذلك .

#### مثال (١٠ - ٤) :

في ورشة الرشيد للأعمال الحديدية وردت أربعة أعمال يمكن تخصيصها لأربعة عمال في الورشة ، وبعد تقييم الأعمال تم تطوير الجدول الآتي للربح الممكن تحقيقه من قبل كل عامل من كل عمل من الأعمال .

المطلوب :

تحديد خطة العمل التي تحقق أكبر ربح ممكن لإنجاز الأعمال من قبل عمال الورشة .

العمال الأعمال	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
أ	٩٠	٨٠	١٠٠	٩٠
ب	٦٠	٥٠	٩٠	١١٠
ج	٩٠	١٢٠	١٥٠	١١٠
د	٧٥	٨٥	٧٠	٧٥

الحل :

القيام بتطوير مصفوفة الفرصة البديلة الضائعة : وذلك بتحديد أكبر رقم في كل صف وطرح كل رقم في الصف منه كما في الجدول الأول . وتكرار الخطوة بالنسبة للأعمدة لتخفيض الفرصة البديلة الضائعة وذلك بطرح الرقم الأقل في كل عمود من كل رقم فيه كما في الجدول الثاني .



العمال الأعمال	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
أ	صفر	٤٠	صفر	١٠
ب	٤٠	٦٠	١٠	صفر
ج	٥٠	٢٠	صفر	٤٠
د	صفر	صفر	١٥	١٠

العمال الأعمال	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
أ	١٠	٤٠	صفر	١٠
ب	٥٠	٦٠	٢٠	صفر
ج	٦٠	٢٠	صفر	٤٠
د	١٠	صفر	١٥	١٠

استخدام الخطوط لتغطية الأصفار في الجدول الثاني ؛ لأن العدد الأدنى المطلوب هو (٤) خطوط ؛ فإن الحل الأمثل قد تحقق فنقوم بتحديد التخصيص الأمثل كالاتي :

العمال الأعمال	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
أ	صفر	٤٠	صفر	١٠
ب	٤٠	٦٠	٢٠	صفر
ج	٥٠	٢٠	صفر	٤٠
د	صفر	صفر	١٥	١٠

التخصيص الربح

أ - العامل الأول = ٩٠

ب - الرابع = ١١٠

ج - الثالث = ١٥٠

د - الثاني = ٨٥

المجموع = ٤٣٥ ديناراً

ج - مشكلة التخصيصات غير الممكنة :

إن أحد شروط طريقة التخصيص هو أن كل عمل من الاعمال يمكن أن ينجز على كل آلة من الآلات ، أو من قبل كل عامل من العمال ، ولكن في حالات كثيرة تكون

لأسباب فنية وإنتاجية أو بشرية (كنقص المهارات أو الخبرة الفنية) مشكلة التخصيصات غير الممكنة . وفي مثل هذه المشكلات يمكن استخدام طريقة التخصيص مع اعتبار أن كلفة أداء العمل على آلة غير ممكن استعمالها هي تكلفة لا نهائية ، وبالتالي فإن هذا التخصيص لا يمكن أن يدخل في الحل في مسائل الحد الأدنى ، ويوضح المثال (١٠-٥) مثل هذه الحالات حيث يمكن تحويل كلفة التخصيصات غير الممكنة أو غير المسموح بها إلى مالا نهاية ؛ مما يمنع دخولها في الحل مع اتباع نفس خطوات الطريقة .

### المثال (١٠-٥) :

الجدول الآتي يتضمن كلف إطلاق أربعة أعمال على أربع آلات ، ولأسباب إنتاجية فإن الإدارة ترى من غير الممكن تخصيص العمل (أ) للآلة (٢ل) والعمل (ب) للآلة (٣ل) . المطلوب :

تحديد التخصيص الأمثل للأعمال على الآلات بالكلفة الأدنى (ملاحظة : سبق حل هذه المشكلة بدون تخصيصات غير ممكنة) .

الآلات \ الأعمال	١ل	٢ل	٣ل	٤ل
أ	٨	٧	٦	٩
ب	٧	٨	٢	١١
ج	٣	٦	٧	٨
د	٥	٩	٩	١٤

الحل :

نعتبر كلفة التخصيصات غير الممكنة هي ( $\infty$ ) كما في الجدول الأول ، ومن ثم اتباع خطوات الطريقة التي سبق عرضها .

الجدول الأول

الألات	١ل	٢ل	٣ل	٤ل
أ	٨		٦	٩
ب	٧	٨		١١
ج	٣	٦	٧	٨
د	٥	٩	١٢	١٤

الجدول الثاني : طرح أقل رقم في كل صف

الألات	١ل	٢ل	٣ل	٤ل
أ	٢		صفر	٣
ب	صفر	١		٤
ج	صفر	٣	٤	٥
د	صفر	٤	٧	٩

الجدول الثالث : طرح أقل رقم في العمود وخطوط التغطية

الألات	١ل	٢ل	٣ل	٤ل
أ	٢		<del>صفر</del>	<del>صفر</del>
ب	<del>صفر</del>	<del>صفر</del>	<del>١</del>	<del>١</del>
ج	صفر	٢	٤	٢
د	صفر	٣	٧	٦

الجدول الرابع : تحقيق الحل الأمثل

الألات	١ل	٢ل	٣ل	٤ل
أ	٢		<del>صفر</del>	<del>صفر</del>
ب	٢	<del>صفر</del>		١
ج	صفر	صفر	٢	<del>صفر</del>
د	<del>صفر</del>	٧	٢	٦

يلاحظ من الجدول الرابع أن التخصيصات غير الممكنة ظلت قيماً غير صفرية : لهذا فإنها لم تدخل في الحل . والتخصيص الأمثل لكلفته كالآتي :

التخصيص	الكلفة
أ - ٣ل	٦
ب - ٢ل	٨
ج - ٤ل	٨
د - ١ل	٥
المجموع	٢٧

عند مقارنة الكلفة الكلية للتخصيص الأمثل في هذه المشكلة مع الكلفة المناظرة في المثال نفسه بدون تخصيصات غير ممكنة نجد أن الكلفة الكلية قد زادت من (٢٢) ديناراً إلى (٢٧) ديناراً بسبب عدم استعمال التخصيصات غير الممكنة .

## ١٠ - ٥ - التعاقب :

يعتبر التعاقب من العمليات الأساسية في الجدولة ، وهو ما يتعلق بترتيب الأعمال والطلبات الواردة حسب قواعد معينة يتم تحديدها من قبل إدارة المصنع أو القائم بالجدولة بالاعتماد على الخبرة الذاتية أو على أساس أحد معايير الفاعلية الكثيرة التي يمكن استخدامها في هذا المجال . وفي تحديد تعاقب الأعمال أو الطلبات تستخدم عادة قواعد عديدة تدعى قواعد الأسبقية . فما هي قواعد الأسبقية ؟ وكيف يمكن استخدامها ومن ثم تقييمها ؟ وهذه الأسئلة تتم الإجابة عنها في الفقرات الآتية :

## أولاً : قواعد الأسبقية :

إن قواعد الأسبقية هو عبارة عن تفضيلات أو توجيهات مرشدة تساعد في تحديد تعاقب الأعمال الأفضل وفق معيار معين ، ولتوضيح قواعد الأسبقية ، نشير إلى أن ورود طلبات إلى المصنع في فترة زمنية قصيرة تجعل إدارة المصنع ترتب الطلبات عادة حسب وقت ورودها ، متبعة في ذلك قاعدة يأتى أولاً يخدم أولاً ، وقد تولى الإدارة أهمية كبيرة لحجم الطلبية ؛ فالطلبية الكبيرة التي تتطلب وقت معالجة أطول تنفذ أولاً ، ثم الطلبية ذات وقت المعالجة الأطول اللاحق وهكذا ، وفي هذه الحالة فإنها تتبع قاعدة أخرى هي قاعدة وقت المعالجة الأطول اللاحق ، وهكذا وفي هذه الحالة فإنها تتبع قاعدة أخرى هي قاعدة وقت المعالجة الأطول ، ويمكن أن نشير إلى عدد من قواعد الأسبقية الأكثر استخداماً وهي :

- أ : قاعدة يأتى أولاً يخدم أولاً (First Come First Served : FCFS) .
- ب : قاعدة وقت المعالجة الأقصر (Shortest Processing Time : SPT) .
- ج : قاعدة وقت المعالجة الأطول (Longest Processing Time : LPT) .
- د : قاعدة موعد الأداء (Due Date : DD) .
- هـ : قاعدة النسبة الحرجة (Critical Ratio CR) .

و : قاعدة الزبون المفضل (Preferred Customer : PC) تدعى أيضاً قاعدة الطوارئ (Emergency Rule) .

ز : قاعدة الخامل الأقل (Least Slack : LS) .

ح : قاعدة الترتيب العشوائي (Random Order : RO) هي حالة عدم استخدام أية قاعدة من القواعد كأساس في تحديد تعاقب الأعمال ، وإنما يتم استخدام جميع هذه القواعد بطريقة عشوائية .

إن استخدام هذه القواعد يمكن أن يوفر للإدارة أساساً مفيداً لترتيب وتعاقب الأعمال ، إلا أن هذا وحده لا يكفي لتحديد التعاقب الأفضل ؛ لهذا لابد من تحديد المعيار الذي تسعى الإدارة لتحقيقه ؛ ليكون بالإمكان تحديد القاعدة الأفضل على تحقيق هذا المعيار ، وهناك معايير كثيرة تستخدم لتقييم قواعد الأسبقية والتي يمكن تصنيفها إلى مجموعتين من المعايير :

- المعايير التي تستهدف تحسين خدمة الزبون ، وتضم المعايير الآتية :

١- متوسط وقت المعالجة (Average Processing Time) .

٢- متوسط وقت انتظار الأعمال (Average Waiting Time of Jobs) .

٣- متوسط وقت التأخير (Average Lateness Time) .

- المعايير التي تستهدف تحسين استغلال الموارد ، وتضم المعايير الآتية :

١- العدد المتوسط للأعمال في مركز العمل (Average Number of Jobs in Work C.) .

٢- متوسط كلفة الإعداد (Average Setup Cost) .

٣- كلفة المخزون في التشغيل (In - Process Inventory Cost) .

ولابد من الإشارة إلى أن المعايير الفاعلية الثلاثة الآتية هي الأكثر استخداماً في تقييم قواعد الأسبقية ، وهي التي سوف نستخدمها في المثال (١٠ - ٦) : متوسط وقت المعالجة ، متوسط وقت التأخير ، والعدد المتوسط للأعمال في مركز العمل .

المثال (١٠ - ٦) :

فى الجدول أدناه خمسة أعمال مع أوقات المعالجة ومواعيد الأداء أو التسليم بالأيام .

الاعمال	وقت المعالجة (يوم)	موعد الأداء (يوم)
أ	٦	١٢
ب	١٥	١٨
ج	١٢	١٩
د	١٠	١٤
هـ	٧	١٦

المطلوب :

١- تحديد ترتيب الأعمال حسب القواعد الآتية :

أولاً - قاعدة "يأتى أولاً يخدم أولاً" .

ثانياً - وقت المعالجة الأقصر .

ثالثاً - وقت المعالجة الأطول .

رابعاً - موعد الأداء .

خامساً - النسبة الحرجة .

سادساً - إن العمل (هـ) يخضع لقاعدة الزبون المفضل فى المصنع الذى يعتمد قاعدة "يأتى أولاً يخدم أولاً" .

٢- المفاضلة بين القواعد الست المذكورة أعلاه على أساس معايير الفاعلية : متوسط وقت المعالجة ، متوسط وقت التأخير ، العدد المتوسط للأعمال .

الحل :

أولاً - قاعدة "يأتى أولاً يخدم أولاً" :

حيث إن الترتيب الأولى للأعمال المعطاة فى المثال يكون حسب هذه القاعدة على

افتراض أن البيانات مأخوذة من سجلات المصنع التي تسجل فيها الطلبات حسب ورودها .

تعاقب الأعمال : أ - ب - ج - د - هـ

ولاحساب معايير الفاعلية لهذه القاعدة نقوم بتنظيم الجدول التالي .

الأعمال	وقت المعالجة (يوم)	موعد الأداء (يوم)	وقت الانتهاء من العمل	وقت التأخير (يوم)
أ	٦	١٢	٦	صفر
ب	١٥	١٨	٢١	٣
ج	١٢	١٩	٣٣	١٤
د	١٠	١٤	٤٣	٢٩
هـ	٧	١٦	٥٠	٣٤
المجموع	٥٠	-	١٥٣	٨٠

(\*) وقت التأخير = وقت المعالجة التراكمي - موعد الأداء (وفي حالة الناتج السالب يحول إلى صفر بسبب استحالة ذلك) .

مجموع وقت الانتهاء من العمل

$$\text{متوسط وقت المعالجة} = \frac{\text{مجموع وقت الانتهاء من العمل}}{\text{عدد الأعمال}} = \frac{١٥٣}{٥} = ٣٠,٦ \text{ يوم}$$

مجموع وقت التأخير

$$\text{متوسط وقت المعالجة} = \frac{\text{مجموع وقت التأخير}}{\text{عدد الأعمال}} = \frac{٨٠}{٥} = ١٦ \text{ يوماً}$$

مجموع وقت الانتهاء من العمل

$$\text{العدد المتوسط للأعمال} = \frac{\text{مجموع وقت الانتهاء من العمل}}{\text{مجموع وقت المعالجة}} = \frac{١٥٣}{٣٠,٦} = ٥,٠$$

## ثانياً - قاعدة وقت المعالجة الأقصر :

تعاقب الأعمال : أ - هـ - د - ج - ب

الأعمال	وقت المعالجة (يوم)	موعد الأداء (يوم)	وقت الانتهاء من العمل	وقت التأخير (يوم)
أ	٦	١٢	٦	صفر
هـ	٧	١٦	١٣	صفر
د	١٠	١٤	٢٣	٩
ج	١٢	١٩	٣٥	١٦
ب	١٥	١٨	٥٠	٣٢
المجموع	٥٠	-	١٢٧	٥٧

متوسط وقت المعالجة =  $٥٠ \div ١٢٧ = ٢٥,٤$  يوم .

متوسط وقت التأخير =  $٥٧ \div ٥ = ١١,٤$  يوم .

العدد المتوسط للأعمال =  $٥٠ \div ١٢٧ = ٢,٥٤$  عمل .

## ثالثاً - قاعدة وقت المعالجة الأطول (معكوس القاعدة السابقة) :

تعاقب الأعمال : ب - ج - د - هـ - أ

الأعمال	وقت المعالجة (يوم)	موعد الأداء (يوم)	وقت الانتهاء من العمل	وقت التأخير (يوم)
ب	١٥	١٨	١٥	صفر
ج	١٢	١٩	٢٧	١٢
د	١٠	١٤	٣٧	٢٣
هـ	٧	١٦	٤٤	٢٨
أ	٦	١٢	٥٠	٣٨
المجموع	٥٠	-	١٧٣	١٠١



- متوسط وقت المعالجة =  $5 \setminus 173 = 24.6$  يوم .  
 متوسط وقت التأخير =  $5 \setminus 10.1 = 20.2$  يوم .  
 العدد المتوسط للأعمال =  $50 \setminus 173 = 2.86$  عمل .

#### رابعاً - قاعدة موعد الأداء :

تعتمد هذه القاعدة على الترتيب التصاعدي للأوقات في عمود موعد الأداء .

تعاقب الأعمال : أ - د - هـ - ب - ج

الأعمال	وقت المعالجة (يوم)	موعد الأداء (يوم)	وقت الانتهاء من العمل	وقت التأخير (يوم)
أ	٦	١٢	٦	صفر
د	١٠	١٤	١٦	٢
هـ	٧	١٦	٢٣	٧
ب	١٥	١٨	٣٨	٢٠
ج	١٢	١٩	٥٠	٣١
المجموع	٥٠	-	١٣٣	٦٠

- متوسط وقت المعالجة =  $5 \setminus 133 = 26.6$  يوم .  
 متوسط وقت التأخير =  $5 \setminus 60 = 12$  يوماً .  
 العدد المتوسط للأعمال =  $50 \setminus 133 = 2.66$  عمل .

#### خامساً - النسبة الحرجة (النسبة الحرجة = موعد الأداء ÷ وقت المعالجة) :

ويتم ترتيب الأعمال حسب النسبة الحرجة بشكل تصاعدي من الأدنى إلى الأعلى :

تعاقب الأعمال : ب - د - ج - أ - هـ

الأعمال	وقت المعالجة (يوم)	موعد الأداء (يوم)	وقت الانتهاء من العمل	وقت التأخير (يوم)	النسبة الحرجة
ب	١٥	١٨	١٥	صفر	١.٢
د	١٠	١٤	٢٥	١١	١.٤
ج	١٢	١٩	٢٧	١٨	١.٥٨
أ	٦	١٢	٤٣	٣١	٢
هـ	٧	١٦	٥٠	٣٤	٢.٢٨
المجموع	٥٠	-	١٧٠	٩٤	-

متوسط وقت المعالجة =  $5 \backslash 170 = 24$  يوماً .

متوسط وقت التأخير =  $5 \backslash 94 = 18.8$  يوم .

العدد المتوسط للأعمال =  $50 \backslash 170 = 3.4$  عمل .

ساسساً - قاعدة الزبون المفضل / يأتي أولاً يخدم أولاً :

تعاقب الأعمال : هـ - أ - ب - ج - د

الأعمال	وقت المعالجة (يوم)	موعد الأداء (يوم)	وقت الانتهاء من العمل	وقت التأخير (يوم)
هـ	٧	١٦	٧	صفر
أ	٦	١٢	١٣	١
ب	١٥	١٨	٢٨	١٠
ج	١٢	١٩	٤٠	٢١
د	١٠	١٤	٥٠	٣٦
المجموع	٥٠	-	١٢٨	٧٨

متوسط وقت المعالجة =  $5 \backslash 128 = 27.6$  يوم .

متوسط وقت التأخير =  $5 \backslash 78 = 15.6$  يوم .

العدد المتوسط للأعمال =  $50 \backslash 128 = 2.76$  عمل .

- للمفاضلة بين القواعد الست وذلك بالاعتماد على معايير الفاعلية : نقوم بإعداد جدول يلخص النتائج التي تم التوصل إليها سبباً .

القواعد	متوسط وقت المعالجة	متوسط وقت التأخير	العدد المتوسط للأعمال
يأتي أولاً يخدم أولاً	٣٠.٦	١٦	٣.٠٦
وقت المعالجة الأقصر	٢٥.٤	١١.٤	٢.٥٤
وقت المعالجة الأطول	٣٤.٦	٢٠.٢	٣.٤٦
موعد الأداء	٢٦.٦	١٢	٢.٦٦
النسبة الحرجة	٣٤	١٨.٨	٣.٤
الزبون المفضل	٢٧.٦	١٥.٦	٢.٦٧

التعليق على جدول النتائج : إن إدارة المصنع إذا كانت تهتم أكثر بتحسين خدمة الزبائن : فإن القاعدة الأفضل هي القاعدة الثانية (وقت المعالجة الأقصر) : لأنها تحقق أقصر وقت معالجة (٢٥.٤) يوم وأقل وقت تأخير (١٦.٨) يوم . أما إذا كانت تعطي أهمية أكبر لتحسين استغلال الموارد : فإن القاعد الأفضل هي القاعد الثالثة (وقت المعالجة الأطول) : لأنه يحقق أكبر عدد من الأعمال (٣.٤٦) منجز في مركز العمل بالمقارنة مع القواعد الأخرى .

## ثانيا - قواعد وحالات أخرى :

نعرض في هذه الفقرة قواعد وحالات أخرى لتغطية مشكلات التعاقب الأخرى .

### (١) قاعدة الخامل الأقل :

التعاقب في هذه القاعدة يتم على أساس الوقت الخامل الأصغر الذي يمكن احتسابه كالاتي :

الوقت الخامل = موعد الأداء - وقت المعالجة .

وعند استخدام الأيام التقويمية نقوم باحتساب الوقت المتبقى ، ومن ثم الوقت الخامس كما في المثال (١٠-٧) .

مثال (١٠ - ٧) :

فى ورشة الإخلاص لإنتاج الحلقات المعدنية توفرت البيانات الآتية عن خمس طلبيات مطلوب إنتاجها فى الفترة القادمة .

المطلوب : إيجاد تعاقب الطلبيات حسب قاعدة الخامل الأقل .

الطلبات	وقت المعالجة (يوم)	موعد استلام الطلبية	موعد أداء الطلبية
الأولى	٣٥	٧٥	١٣٤
الثانية	٤٨	٤٣	١١٢
الثالثة	٢٥	٦٨	١٤٠
الرابعة	٥٠	٩٠	١٥٥
الخامسة	٤٢	٤٨	٩٢

الحل :

احتساب الوقت المتاح والوقت الخامل حيث إن :

الوقت المتاح = موعد الأداء - موعد استلام الطلبية .

الوقت الخامل = الوقت المتاح - وقت المعالجة .

الطلبات	وقت المعالجة (يوم)	الوقت المتاح (يوم)	الوقت الخامل (يوم)	التعاقب
الأولى	٣٥	٥٩	٢٤	٤
الثانية	٤٨	٦٩	٢١	٣
الثالثة	٢٥	٧٢	٤٧	٥
الرابعة	٥٠	٦٥	١٥	٢
الخامسة	٤٢	٤٤	٢	١

(٢) تقليل عدد الأعمال المتأخرة :

تسمى هذه الطريقة أيضاً خوارزمية مور (Moore's Algorithm) ، وهى تساعد فى مسائل تعاقب الأعمال على تقليص عدد الأعمال المتأخرة وليس عدد أيام التأخير (كما هو الحال عند استخدام معيار متوسط وقت التأخير) وخطوات الطريقة كما هى مبينة فى المثال (١٠-٨) .

مثال (١٠ - ٨) :

أدناه ستة أعمال وأوقات معالجتها ومواعيد أدائها .

المطلوب : تحديد تعاقب الأعمال باستخدام طريقة تقليل عدد الأعمال المتأخرة .

الأعمال	وقت المعالجة (يوم)	موعد الأداء (يوم)
ك	٨	١٦
ل	٣	١٤
م	١٠	١٢
ن	٤	٢٠
ص	٩	١٨
ع	٧	٢٩

الحل :

أ - نقوم بترتيب الأعمال حسب مواعيد الأداء تصاعدياً فيكون تعاقب الأعمال :

م - ل - ك - ص - ن - ع .

ب - حساب وقت الانتهاء من العمل ومقارنته في كل مرة مع موعد الأداء المقابل ، وعند

ظهور أول عمل متأخر ينقل إلى آخر ترتيب .

الأعمال	وقت المعالجة (يوم)	وقت الانتهاء من العمل (يوم)	موعد الأداء
م	١٠	١٠	١٢
ل	٣	١٣	١٤
ك	٨	٢١	١٦
ص	٩	٣٠	١٨
ن	٤	٣٤	٢٠
ع	٧	٤١	٢٩

يظهر من المقارنة أن العمل (ك) هو أول عمل متأخر حيث وقت المعالجة المتراكم (٢١) أكبر من موعد الأداء (١٦) فينقل إلى الترتيب الأخير ، وكذلك بالنسبة العمل (ص) فيكون التعاقب في هذه الحالة : م - ل - ن - ع - ك - ص .  
ج - التعاقب الأخير هو الأفضل ؛ لأنه يحقق أقل عدد من الأعمال المتأخرة كما يتضح في الجدول أدناه .

الأعمال	وقت المعالجة (يوم)	وقت الانتهاء من العمل (يوم)	موعد الأداء	الملاحظات
م	١٠	١٠	١٢	بدون تأخير
ل	٣	١٣	١٤	بدون تأخير
ن	٤	١٧	٢٠	بدون تأخير
ع	٧	٢٤	٢٩	بدون تأخير
ك	٨	٣٢	١٦	تأخير
ص	٩	٤١	١٨	تأخير

يلاحظ أن هذه الطريقة أدت إلى تقليص عدد الأعمال المتأخرة من (٤) عند اعتماد قاعدة يأتى أولاً يخدم أولاً إلى عمليتين متأخرين فقط هما (ك) و(ص) بدلاً من الأعمال المتأخرة الأربعة وهي : (م) (ن) (ع) (ص) .

### (٣) قاعدة جونسون :

إن هذه القاعدة تعمل عندما يكون هناك (ن) من الأعمال تنجز على مركزي عمل في تعاقب لا يجوز فيها تخطي عمل لعمل آخر ، وأن تنجز الأعمال بنفس التعاقب ، أى أنها مشكلة "ن/٢ بدون تخطي" (N/2 Problem-no Passing) ، ولا تخطي تعنى أنه من غير المسموح أن يعبر أى عمل عملاً آخر بينما يكون العمل الأول الذي يسبقه التعاقب في حالة انتظار ، وألا يتم البدء بعمل قبل أن يكون العمل السابق له مكتملاً .  
والشكل (١٠-٨) يوضح هذه الحالة .

## الشكل رقم (١٠ - ٨) : التمثيل البياني للمشكلة في قاعدة جونسون



لاستخدام قاعدة جونسون لابد من توفر بعض الشروط وهي :

أ - أن وقت العمل يجب أن يتضمن وقت الإعداد والمعالجة ، ويكون معلوماً وثابتاً لكل عمل يتم إنجازه في كل مركز عمل .

ب - أوقات العمل تكون مستقلة عن تعاقب العمل .

ج - جميع الأعمال يجب أن تتبع نفس تعاقب العمل في مركزي العمل .

د - أسبقيات العمل لا يمكن استخدامها عند استخدام هذه القاعدة .

تساعد قاعدة جونسون عند توفر الشروط السابقة على تحديد التعاقب الأمثل وللتوصل إلى التعاقب الأمثل يجب القيام بالخطوات الآتية :

(١) تحديد الأعمال وأوقاتها في كل مركز عمل .

(٢) اختيار الوقت الأقصر ، فإذا كان هذا الوقت يقع ضمن مركز العمل الأول تتم جدولة العمل المناظر كعمل أول من البداية ، أما إذا كان الوقت الأقصر ضمن مركز العمل الثاني ؛ فتتم جدولة العمل كآخر عمل في التعاقب .

(٣) تكرار الخطوة (٢) بأن تكون الجدولة متجهة إلى مركز التعاقب من الأمام والخلف ، إلى أن تتم جدولة جميع الأعمال والمثال (١٠-٩) يوضح كيفية استخدام هذه القاعدة .

مثال (١٠ - ٩) :

في الورشة الصناعية الحديثة هناك خمسة أعمال تعالج على مركزي عمل متعاقبين : الأول للمعالجة بالحرارة ، والثاني للصب والتشكيل . ما هو تعاقب الأعمال الأمثل الذي

يحقق أدنى وقت إنجاز للأعمال في مركزى العمل ، وما هو وقت العمل الكلى والأوقات العاطلة ، إذا كانت أوقات العمل (الإعداد والمعالجة) كما فى الجدول أدناه ؟

الأعمال	وقت العمل (ساعة)	
	مركز العمل الأول	مركز العمل الثانى
ع - ١٠	٩	١١
ع - ١١	٧	٩
ع - ١٢	٦	٨
ع - ١٣	١٠	٦
ع - ١٤	١٨	١٢

الحل :

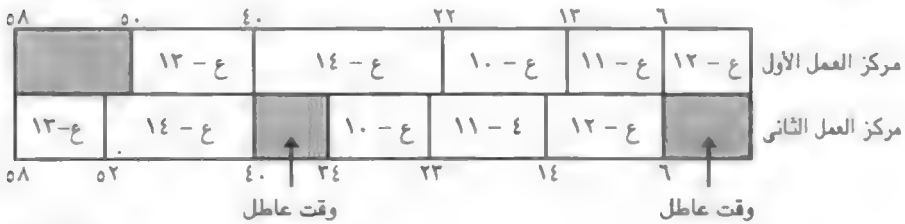
١- نحدد وقت العمل الأقصر فى مركزى العمل ، وحيث إن هناك عمليتين ذوى أقصر وقت : الأول هو (ع - ١٢) فى مركز العمل الأول ، والثانى (ع - ١٣) فى مركز العمل الثانى : لهذا تتم جدولة الأول من الأمام والثانى من الخلف وهى كالآتى :

ع - ١٢				ع - ١٣
--------	--	--	--	--------

٢- نكرر الخطوة السابقة بعد حذف الأعمال التى تم تحديد ترتيبها فى الجدول : فنجد أن أقصر وقت عمل لاحق يقع فى مركز العمل الأول ومقداره (٧) وهو (ع - ١١) ، ويجدول من الأمام يليه العمل بوقت مقداره (٩) وهو (ع - ١٠) ثم العمل (ع - ١٤) .

ع - ١٢	ع - ١١	ع - ١٠	ع - ١٤	ع - ١٣
--------	--------	--------	--------	--------

٣- إن الطريقة الأسهل لتحديد وقت العمل الكلى والأوقات العاطلة فى مركز العمل تتمثل فى وضع مخطط بتعاقب الأعمال وهى كالآتى :





يلاحظ من المخطط أن الأعمال الخمسة تتطلب (٥٨) ساعة من أجل إكمالها على مركزي العمل ، وأن مركز العمل الأول سينجز الأعمال كلها في (٥٠) ساعة وينتظر إكمالها من قبل مركز العمل الثاني في حالة وقت عاطل (٨) ساعات ، في حين أن مركز العمل الثاني سينتظر في البداية (وقت عاطل) لفترة (٦) ساعات ؛ لكي ينجز مركز العمل الأول العمل (ع - ١٢) ، كما سينتظر (٦) ساعات لحين إكمال العمل (ع - ١٤) من قبل مركز العمل الأول .

إن وقت الانتظار كوقت عاطل يمكن أن يستخدم في أعمال أخرى كالصيانة ، أو أية خدمة أخرى ، ويمكن احتساب نسبة الوقت العاطل في المركزين :

نسبة الوقت العاطل في مركز العمل الأول =  $58 \setminus 8 = 13.8\%$

نسبة الوقت العاطل في مركز العمل الثاني =  $58 \setminus 12 = 20.4\%$

#### (٤) معالجة الأعمال في ثلاثة مراكز عمل :

في حالة معالجة (ن) من الأعمال من قبل (٣) مراكز عمل وبدون تخطى أى عمل لعمل آخر ؛ فإن المشكلة تصبح أكثر تعقيداً ، إلا أن بالإمكان التوصل إلى التعاقب الأمثل لقاعدة جونسون عند توفر أحد الشرطين الآتيين أو كليهما .

الأول : أن وقت العمل الأصغر في مركز العمل لا يقل عن وقت العمل الأكبر في مركز العمل الثاني .

الثاني : أن وقت العمل الأصغر في مركز العمل الثالث لا يقل عن وقت العمل الأكبر في مركز العمل الثاني .

إن التمثيل البياني لهذه المشكلة هو كما في الشكل رقم (١٠ - ٩) والمثال (١٠ - ١٠) يوضح استخدام قاعدة جونسون في هذه الحالة .

الشكل رقم (١٠ - ٩) : التمثيل البياني لمعالجة الأعمال في (٣) مراكز عمل



مثال (١٠ - ١٠) :

أدناه خمسة أعمال وأوقات معالجتها في (٣) مراكز عمل .

المطلوب : إيجاد التعاقب الأمثل باستخدام قاعدة جونسون .

الأعمال	مركز العمل الأول (ساعة)	مركز العمل الثاني (ساعة)	مركز العمل الثالث (ساعة)
أ	٢٠	٦	٩
ب	١٢	٤	٧
ج	٨	٢	١٠
د	١٥	٧	١٤
هـ	٧	٥	١٢

الحل :

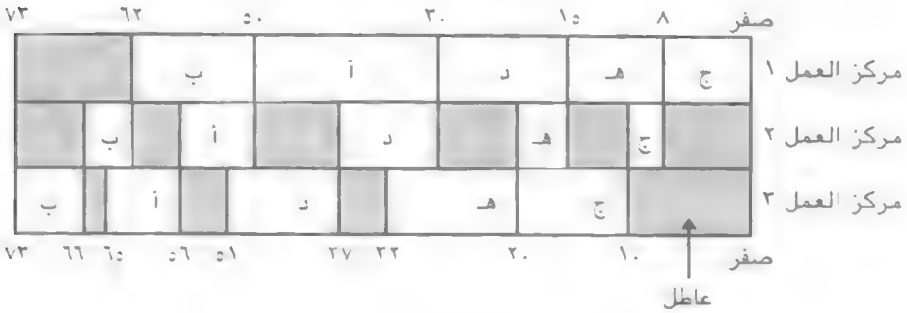
١- يلاحظ أن الشرطين لاستخدام قاعدة جونسون مستوفيان : فأصغر وقت عمل في المركز الأول هو (٧) وهو نفسه أكبر وقت في الثاني وأصغر وقت عمل في المركز الثالث . نقوم بتشكيل المصفوفة الجديدة بعد إضافة أوقات عمل المركز الثاني إلى الأوقات المناظرة في المركز الأول والثالث : فتكون المصفوفة كالآتي :

الأعمال	مركز العمل الأول + الثاني	مركز العمل الثالث + الثاني
أ	٢٦	١٥
ب	١٦	١١
ج	١٠	١٢
د	٢٢	٢١
هـ	١٢	١٧

٢- بعدئذ نطبق نفس خطوات قاعدة جونسون على التعاقب الآتي :

ج	هـ	د	أ	ب
---	----	---	---	---

## ٢- نرسم مخطط وقت العمل الكلي والأوقات العاطلة :



إذن وقت العمل الكلي في المراكز الثلاثة (٧٣) ساعة والوقت العاطل في المراكز الثلاثة على التوالي : (١١) ، (٤٩) ، (٢١) ساعة ، يلاحظ من المثال أننا قمنا بتحويل مشكلة خمسة أعمال على ثلاث مراكز عمل إلى خمسة أعمال على مركزي عمل : من أجل التوصل إلى التعاقب الأفضل حسب قاعدة جونسون .

## ١٠-٦ - الجدولة التفصيلية :

إذا كانت الجدولة الإجمالية تميل إلى تجميع وتكتيل الأعمال والاحتياجات والفترات المطلوبة لإنجاز مجموعة من الأعمال : فإن الجدولة التفصيلية هي الحالة المقابلة في تجزئة الأعمال وتوزيعها على مراكز العمل ، وبما يساعد على تحديد العمل المسؤول عن إنجاز العمل وتخصيص الأعمال التي يجب أن تقوم بمعالجتها ، وعند وجود أكثر من عمل واحد في مركز العمل يتم تحديد تعاقب الأعمال حسب قواعد الأسبقية ، وبعد تحديد ترتيب الأعمال : فإن الجدولة التفصيلية تبدأ بتحديد الأيام التقويمية للبدء بالإنتاج ، ومن ثم مواعيد الانتهاء منها : لهذا فإن الجدولة التفصيلية تكون ضرورية لغرض الرقابة على الأعمال والطلبات ، واختيار مواعيد البدء والانتهاء منها : لتجنب التأخير في الإنتاج وتخطي مواعيد الأداء . ولكن ما العمل إذا حدثت ظروف غير مواتية كما في عطل الآلات أو تأخير تجهيزات المواد وبشكل يمكن أن يؤدي إلى تأخير الأعمال وتخطي مواعيد الأداء . والإجابة تكمن بدون شك في دور القائمين بعمليات الجدولة في معالجة ذلك باستخدام التعجيل .

## ١٠-٧ - التعجيل :

إن التعجيل يمثل عملية أساسية في الجدولة خاصة عند الانحراف عن الخطة أو عن برنامج الجدولة : مما يؤدي إلى التأخير عند الالتزام بالوقت الاعتيادي للعمل : لهذا يكون التعجيل بمثابة نشاط تصحيحي : من أجل معالجة الانحراف . ولابد من التأكيد على أن التعجيل قد لا يعنى بالضرورة وجود انحراف في التنفيذ يمكن أن يؤدي إلى التأخير في موعد التسليم ، وإنما في بعض الأحيان تكون هناك طلبات طارئة لا يمكن إنجازها باستخدام الموارد الاعتيادية ، وإنما لابد من استخدام موارد إضافية ، وفي أحيان أخرى قد يطلب الزبون تسليم الطلبية قبل موعدها مقابل كلفة إضافية يتحملها الزبون نفسه . وبشكل عام فإن عملية التعجيل عادةً ما تخضع لمبادلة الكلفة / الوقت ، أى أن تقليص الوقت المطلوب لإنجاز الطلبية بيوم واحد لابد أن يعنى تحمل كلفة إضافية أحياناً وتكون هذه الكلفة مبررة اقتصادياً عندما تكون كلفة التقليص في الوقت هي أقل من كلفة الجزاء الناجمة عن التأخير في موعد التسليم .

## ١٠-٨ - الرقابة على المدخلات / المخرجات :

إن الرقابة على المدخلات / والمخرجات عملية مهمة في الجدولة : لأنها تساعد على تحقيق الاستغلال الكفء والفعال للطاقة المتاحة وضمان جعل المدخلات الفعلية وفق ما هو مخطط ، وكذلك جعل المخرجات الفعلية وفق ما هو مخطط مع ضمان عدم تجاوز الانحراف المتراكم (الفرق بين المدخلات الفعلية والمخططة وكذلك المخرجات الفعلية والمخططة) عن الحدود المسموح بها ، وأيضاً عند تجاوز الانحراف المسموح في الأعمال المخططة غير المنجزة عندما تكون سياسة الإدارة تحسين خدمة الزبائن .

يمكن تحديد أهداف عملية الرقابة على المدخلات / المخرجات في الآتي :

١- معرفة الحالة الراهنة للأعمال (ما هي الأعمال التي أطلقت وأين موقعها) .

٢- تحديد الأعمال اللاحقة في مراكز العمل .

٣- تحقيق الاستغلال الكفء للموارد المستخدمة (الآلات والعمال ، المخزون الأدنى ، كلفة التهيئة أقل .... إلخ) .

- ٤- ضمان ملاحة الموارد والطاقة في مراكز العمل (التأكد من الكميات الصحيحة من المواد في المكان والزمان الملائمين وتوفير الطاقة والوسائل لاستخدامها) .
- ٥- المحافظة على رقابة العمليات (الرقابة على حالة ، أوقات انتظار الصنع ، قياس التقدم في العمل ، والنشاط التصحيحي عند الحاجة) .

والجدول رقم (١٠-١٠) يتضمن تقرير المدخلات/المخرجات في مركز العمل (س) : حيث يوضح الحالة الراهنة لمركز العمل بعد الأسبوع الرابع من حيث المدخلات والمخرجات المخططة والفعلية والانحراف المتراكم والأعمال غير المنجزة المخططة والفعلية : حيث إن الأعمال غير المنجزة قبل الأسبوع الأول كانت (٣٠٠) وحدة . في الجدول المذكور نرى أن المخرجات المخططة تتجاوز المدخلات المخططة بمقدار (٥٠) وحدة بما يعادل في ساعات العمل أسبوعياً : مما يعكس توجه الإدارة في خفض الأعمال غير المنجزة التي انخفضت من (٣٠٠) وحدة قبل الأسبوع الأول إلى (١٠٠) وحدة بعد الأسبوع الرابع ، كما يلاحظ أن هناك انحرافاً مسموحاً بالموجب (كما في المخرجات الفعلية تتجاوز المخططة) وبالسالب (كما في المخرجات الفعلية أقل من المخططة) . وللسيطرة على الانحرافات عادةً ما تقوم الإدارة بتحديد المستوى المسموح من الانحراف المتراكم لا يجوز تجاوزه ، وعند حدوثه تقوم الإدارة باستخدام التعجيل لزيادة المخرجات الفعلية للتجاوز ما هو مخطط لمعالجة ذلك .

الجدول رقم (١٠-١٠) : تقرير المدخلات / المخرجات لمركز العمل (س) (التقرير معد بعد الأسبوع الرابع)

الساعات المعيارية في الأسبوع					
الأسبوع ١	٢	٣	٤	٥	
٤٠٠	٣٥٠	٣٥٠	٣٠٠	٣٠٠	- المدخلات المخططة
٤٠٠	٣٥٠	٣٥٠	٣٠٠	٣٠٠	- المدخلات الفعلية
-	-	-	-	-	- الانحراف المتراكم (الفعلي - المخطط)
٤٥٠	٤٠٠	٤٠٠	٣٥٠	٣٠٠	- المخرجات المخططة
٤٤٠	٤١٠	٤٠٠	٣٣٠	٣٠٠	- المخرجات الفعلية
- ١٠	-	٥ +	- ١٥	- ١٥	- الانحراف المتراكم (الفعلي - المخطط)
٢٥٠	٢٠٠	١٥٠	١٠٠	١٠٠	- الأعمال المخططة غير المنجزة
٢٦٠	٢٠٠	١٤٥	١١٥	١٠٠	- الأعمال الفعلية غير المنجزة (٣٠٠) وحدة

يلاحظ من الجدول أن الأعمال غير المنجزة عند بداية الأسبوع الأول كانت (٢٠٠) وحدة . وأن الإدارة جعلت المدخلات المخططة والتي يتم قبولها وإدخالها إلى مركز العمل هي (٤٠٠) وحدة (مما يعادلها من ساعات العمل) والفعلية (٤٠٠) وحدة في الأسبوع الأول . إلا أن المخرجات المخططة كانت (٤٥٠) : مما يعنى أن الإدارة تسعى لخفض الأعمال غير المنجزة : لهذا ظهرت الأعمال المخططة في الأسبوع الأول (٢٥٠) وحدة . ولكن المخرجات الفعلية كانت (٤٤٠) وحدة ، أى بانحراف سالب مقداره (١٠) وحدات : مما أدى إلى انخفاض الأعمال الفعلية غير المنجزة بمقدار (٤٠) وحدة هو الفرق بين المخرجات الفعلية (٤٤٠) وحدة والمدخلات الفعلية (٤٠٠) وحدة . وفى الأسبوع الثانى كانت المدخلات الفعلية (٣٥٠) وحدة ، بينما المخرجات الفعلية (٤١٠) وحدة : مما يعنى خفض الأعمال الفعلية غير المنجزة بمقدار (٦٠) وحدة من (٢٦٠) وحدة فى الأسبوع الأول إلى (٢٠٠) فى الأسبوع الثانى .

إن استخدام المقارنة بين المدخلات والمخرجات المخططة والانحراف التراكمى والحد الأقصى من الانحراف المسموح (مثلاً وحدات عشرين ساعة عمل فى الأسبوع) - يساعد على الرقابة على المدخلات والمخرجات ، وكذلك على أنشطة مهمة مثل وقت الانتظار والأعمال غير المنجزة والنشاط التصحيحي المتعلق باستخدام الوقت الإضافى والتعاقد الثانوى والمخزون وغيره .

كما أن تقرير المدخلات / والمخرجات يكون أداة مفيدة لقياس الطاقة والسيطرة عليها ، والواقع أن هناك القليل من الرقابة على أوقات الانتظار والتي تتطلب توجيه اهتمام أكبر للسيطرة عليها ، وهذا ما تساعد عليه عملية الرقابة على المدخلات / والمخرجات ، ولا بد من وقفة عند وقت الانتظار بالنظر لأهمية فقر الإنتاج . يمكن تحديد وقت الانتظار كما مبين فى الشكل رقم (١٠-١١) حيث يظهر أن العنصر المهيمن على وقت الانتظار هو وقت الصف الذى يقدر بنسبة (٧٠٪) إلى (٩٠٪) من مجموع وقت الانتظار ، وهذا يعنى أن العناصر المتبقية تكون نسبتها ما بين (١٠ - ٣٠ ٪) ، وأن وقت العمل والتشغيل الفعلى يكون بالمتوسط (١٠٪) أو أقل . إن الرقابة على أوقات الانتظار تتمثل بدرجة كبيرة فى السيطرة على وقت الصف الذى هو بالطبع دالة مباشرة لعدد الطلبات التى يتم إطلاقها فى المصنع .

## الشكل رقم (١٠-١١) : عناصر وقت الانتظار

وقت الحركة	وقت الانتظار	وقت التشغيل أو العمل الفعلي	وقت الإعداد	وقت الصف
------------	--------------	-----------------------------	-------------	----------

ويمكن تحقيق الرقابة على أوقات الانتظار عن طريق الرقابة على المعدل الذي تطلق الطلبات به إلى مراكز العمل ، والمثال (١٠-١١) يوضح ذلك .

## مثال (١٠-١١) :

منتج كان لديه معدل المخرجات (٣٢٠) ساعة في الأسبوع ، وقد قام بقياس التحميل في ورشته فكان الآتي :

طلبات لم يتم إطلاقها	٦٤٠ ساعة
الأعمال تحت التشغيل	
الاحتياجات الفعلية	٩٦٠ ساعة
طلبات طويلة الأمد	٣٢٠ ساعة
المجموع	١٩٢٠ ساعة

المطلوب : أ) تحديد وقت انتظار الصنع .

ب) التعليق على نتيجة الطلبات طويلة الأمد في وقت الانتظار .

الحل :

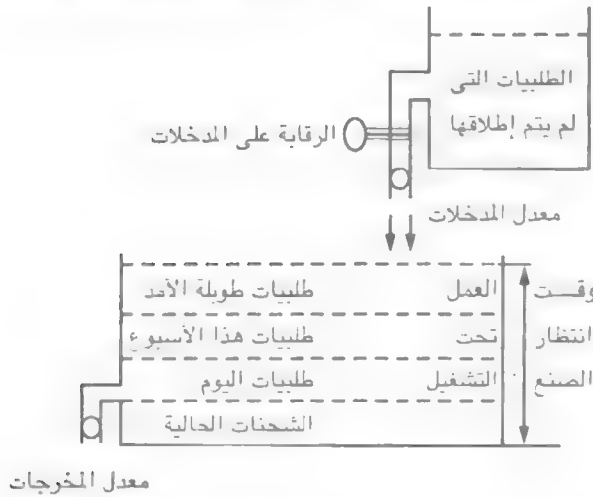
أ) يمكن احتساب وقت الانتظار باستخدام الصيغة الآتية :

$$\text{وقت الانتظار} = \frac{\text{أعمال تحت التشغيل (الاحتياجات + الطلبات)}}{\text{معدل المخرجات}}$$

$$= \frac{٩٦٠ + ٣٢٠}{٣٢٠ \text{ ساعة / أسبوع}} = ٤ \text{ أسابيع .}$$

(ب) إن الطلبات طويلة الأمد عندما تطلق في المصنع : فإنها تصبح جزءاً من الأعمال تحت التشغيل لتدخل ضمن الطلبات المعلقة غير المنجزة ، وهي تمثل احتياجات مؤجلة في المصنع لا تحتاج إلى أوامر إطلاق من أجل إنتاجها ، والشكل رقم (١٠-١٢) يصور هذه العملية .

الشكل رقم (١٠-١٢) : الرقابة على وقت الانتظار



ولغرض الرقابة على السعة يكون من الضروري فصل الأسبقية عن استغلال السعة : ففي بعض المصانع فإن معالجة الأسبقية لا تساهم في حل مشكلات السعة ، فلو فرضنا أن المصنع كان في حالة التحميل وأن بعض الزبائن يشكون من تأخر طلبياتهم ، مما يدفع المصنع إلى تحويل طلبياتهم إلى طلبيات ساخنة أو وضع بطاقة حمراء عليها : لتصبح ذات أسبقية لتهدهة هؤلاء الزبائن ، فإن هذا الإجراء بقدر ما يؤدي إلى شكوى الزبائن الآخرين الذين حلت محل طلبياتهم الطيات ذات الأسبقية : مما يعني أن طريقة الأسبقية لم تساهم في حل مشكلات السعة .



لهذا فإن الرقابة على المدخلات / المخرجات يمكن أن تساعد في تحقيق الرقابة على السعة من خلال الملاءمة بين ساعات العمل وسعة الآلات الفعلية والمخططة والتغذية العكسية لقاعدة البيانات التي تساعد على اتخاذ وتوقيت النشاط التصحيحي في حالة الانحرافات غير المسموحة .

## ١٠-٩ - مداخل الجدولة :

لقد أشرنا في عملية الجدولة التفصيلية إلى أنها تهتم بمواعيد البدء، والانتهاء من العمل ، وبالعلاقة مع هذه المواعيد يمكن أن نميز بين مدخلي للجدولة : الجدولة من الخلف والجدولة إلى الأمام ، ونعرض فيما يلي لكلا النوعين :

### أولاً : الجدولة من الخلف

في مدخل الجدولة من الخلف فإن الزبون يحدد موعد الأداء أو التسليم المطلوب : فنتم الجدولة بتحديد وقت البدء الأكثر تأخيراً للعمل لكي تنجز الطلبية في الموعد الأخير لتسليمها بدون أي تأخير ، أي أن الجدولة تتحدد من موعد التسليم (وقت الانتهاء) والرجوع إلى الأمام لتحديد وقت البدء بالعمل . وبهذه الطريقة يتم تخفيض المخزون أو العمل في التشغيل إلى الحد الأدنى . وهذا المدخل يعمل بشكل جيد في بيئة تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP) وفي صناعات نمط التجميع ، إلا أن هناك عيوباً تظهر في هذا المدخل أهمها : أن الازمات مثل عطل الآلة أو غياب العامل أو تأخير التوريد - تؤدي إلى تأخير التسليم إلى ما بعد الموعد الأخير ، كما أنه يتطلب دقة أكبر في احتساب أوقات الانتظار وعناصره المختلفة وخاصة وقت انتظار الصنع .

### ثانياً : الجدولة إلى الأمام

هذه الجدولة تكون ملائمة عندما يكون الزبون بحاجة إلى استلام الطلبية بوقت مبكر كلما كان ذلك ممكناً : فنتم جدولته في وقت البدء الأبعد للعمل لكي تنجز الطلبية قبل موعد التسليم ، وهذا المدخل يفترض أن الحصول على المواد

يبدأ عندما تكون الاحتياجات معلومة ، والبدء بالإنتاج عندما تطلق الطلبية وصدور أوامر الترخيص بالعمل ، يستخدم هذا المدخل في شركات الصلب وبناء المعدات الثقيلة لتلبية طلبية الزبون عندما يتم الانتهاء منها . ومن مزايا هذا المدخل أن الجدولة تكون أكثر هدوءاً واستقراراً لوجود وقت فائض قبل الموعد الأخير لتسليم الطلبية ، ويكون المدخل ملائماً عند وجود مشكلات في الإنتاج والتوريد من المحتمل أن تؤدي إلى التأخير في مواعيد البدء والانتهاء من الطلبية . أما عيوب هذا المدخل فيمكن تحديدها في الاحتفاظ بمخزون أكبر لإنتاج الطلبية بموعد أبكر من موعد التسليم ، كما أنه يساعد على استمرار المشكلات في الإنتاج والتوريد بدلاً من حلها . والمثال (١٠-١٢) يوضح استخدام هذين المدخلين في جدولة الطلبيات .

### مثال (١٠-١٢) :

طلبية من (٦٠٠) وحدة من الجزء (س-٢٠٠) الذي يتطلب إنتاجه عمليات في أربعة أقسام وقد توفرت البيانات الآتية عن الطلبية :

الأقسام	وقت المعالجة للوحة (ساعة)	عدد الآلات في القسم	موعد إطلاق الطلبية	موعد تسليم الطلبية
المعالجة بالحرارة	٤	١٠	الأسبوع الأول	الأسبوع العاشر
التشكيل المعدني	١٠.٨	٩	الأسبوع العاشر	الأسبوع الثامن عشر
التنعيم	٢.٤	٥	الثامن عشر	السادس عشر
الطلاء	٢	١٢	السادس والعشرون	الثاني والثلاثون

وكانت ساعات العمل في الأسبوع في كل قسم (٤٠) ساعة .

المطلوب : ١ - جدولة طلبية الجزء (س-٢٠٠) وفق مدخل الجدولة من الخلف .

٢ - جدولة طلبية الجزء (س-٢٠٠) وفق مدخل الجدولة إلى الأمام .

الحل :

يلاحظ من الجدول أن إطلاق الطلبية في قسم المعالجة بالحرارة يمكن أن يتم في

الأسبوع الأول (هناك مرونة في موعد الإطلاق حسب نوع الجدولة) ، ولكن تسليمها يجب أن يتم في الأسبوع العاشر ، والطلبية نفسها يمكن أن تطلق في قسم التشكيل المعدني في الأسبوع العاشر إلا أن التسليم يجب أن يكون في الأسبوع الثامن عشر وهكذا .

احتساب الوقت اللازم بالأسابيع لتنفيذ الطلبية في كل قسم :

الوقت اللازم في قسم المعالجة بالحرارة (أسبوع)  $= (4 \times 600) \setminus (10 \times 40) = 6$  أسابيع .

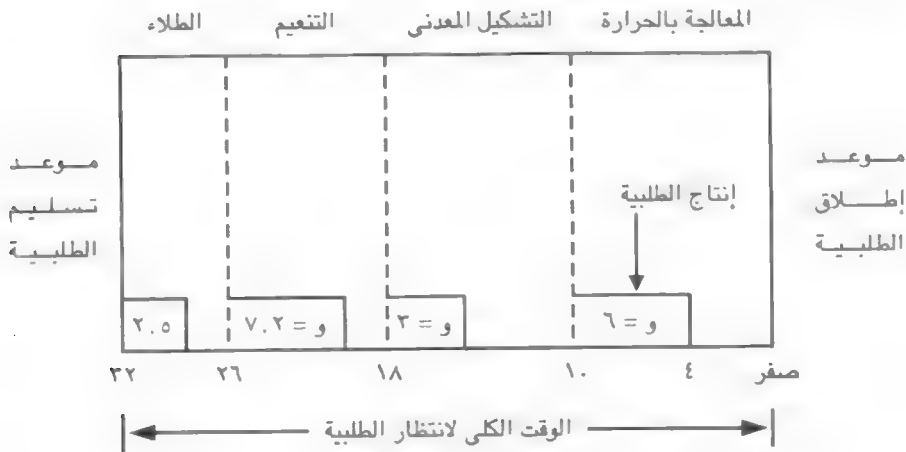
في قسم التشكيل المعدني (أسبوع)  $= (1.8 \times 600) \setminus (9 \times 40) = 3$  أسابيع .

في قسم التنعيم (أسبوع)  $= (2.4 \times 600) \setminus (5 \times 40) = 7.2$  أسبوع .

في قسم الطلاء (أسبوع)  $= (2 \times 600) \setminus (12 \times 40) = 2.5$  أسبوع .

#### ١- الجدولة من الخلف

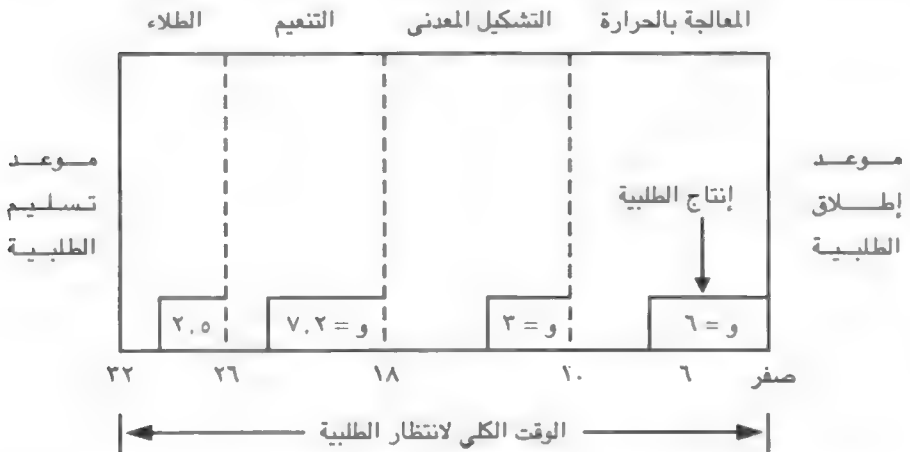
في هذه الحالة فإن موعد البدء الأكثر تأخيراً بصنع الطلبية في قسم المعالجة بالحرارة هو الأسبوع الرابع ؛ وذلك لأن موعد التسليم هو الأسبوع العاشر وفترة الصنع أو المعالجة هي (٦) أسابيع .



\* و= وقت انتظار الصنع أو المعالجة .

## ٢- الجدولة إلى الأمام

إن موعد البدء بصنع الطلبية يكون هو الوقت الممكن لإنجاز الطلبية ، وفي هذا المثال فإن موعد إطلاق الطلبية في الأسبوع الأول هو الوقت الأبعد في قسم المعالجة بالحرارة والأسبوع العاشر هو الوقت الأبعد لقسم التشكيل المعدني وهكذا .



يلاحظ أن الوقت الكلي لانتظار الطلبية (Total Lead Time) يكون نفسه في كلا المدخلين ، ولكن عندما لا يكون الزبون بحاجة إلى استلام الطلبية بوقت مبكر قدر الإمكان ؛ فإن الوقت الكلي لانتظار الطلبية يكون الأطول في مدخل الجدولة من الخلف ؛ لأنه يعمل على إنجاز الطلبية في موعد تسليمها ، إلا أن الجدولة إلى الأمام يمكن أن تقلص الوقت الكلي لانتظار الطلبية ؛ لأنه يقوم بإنتاجها قبل موعد التسليم إلا أنه في نفس الوقت يؤدي إلى زيادة المخزون ؛ لأن قسم المعالجة بالحرارة مثلاً ينتهي من الطلبية في نهاية الأسبوع السادس ، ولا يستطيع تسليمها إلا في الأسبوع العاشر ، ولكن بالمحصلة يمكن تسليم الطلبية في الأسبوع (٢٨.٥) .

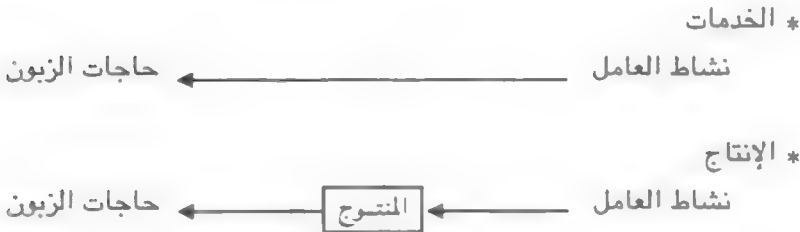
## ١٠-١٠ - الجدولة في الخدمات :

يتزايد الاهتمام بتخطيط وجدولة الخدمات بشكل مطرد بالنظر إلى اتساع قطاع الخدمات وتنوع مجالاته ؛ مما أدى إلى إعادة النظر في تقييم هذا القطاع عموماً والأساليب

المستخدمة في تخطيطه وتقييمه والرقابة عليه . ولقد أشار (ستيفن روج S.S. Roach) في دراسة نشرت عام ١٩٩١م في مجلة هارفرد للأعمال (HBR) تحت عنوان " الخدمات تحت الحصار : هدف إعادة البناء " إلى الموجة الجديدة في إعادة البناء في قطاع الخدمات موضحاً أن الخدمات في السابق كانت محمية من المنافسة مع تحفيز أقل لمعالجة نقص الكفاءة الذي يعاني منه هذا القطاع ، إلا أن هذه الحالة قد اختفت في الوقت الحاضر بعد أن أصبحت المنافسة على أشدها في قطاع الخدمات .

والسؤال المهم الذي لا بد من طرحه هو ما هي الاختلافات الأساسية في جدولة الخدمة عن جدولة الإنتاج ؟ والإجابة لا بد أن تراعى الاختلاف المهم بين الخدمة والمنتج وطرق إدارتها والشكل رقم (١٠-١٣) يوضح أن الصلة بين القائم بالخدمة والزبون تكون أقوى في الخدمات من العلاقة المناظرة في إنتاج السلعة ؛ مما يجعل الجدولة أكثر صعوبة في حالة الخدمة مقارنة بحالة المنتج (السلعة) .

### الشكل رقم (١٠-١٣) : العلاقة بين نشاط العامل وحاجات الزبون



إن الخدمات قد تتطلب اتصالاً بالزبون ؛ حيث إن هذا الاتصال يمثل شرط تقديم الخدمة كما في المطاعم الراقية وخدمات الحلاقة ومكاتب الاستشارات وعيادة الطبيب ، وإن الجدولة عادةً ما تكون آنية وتتسم بالسمة الساخنة وذلك لأسباب أساسية : وجود الزبون نفسه الذي لا يمكن أن ينتظر طويلاً أو التأخير غير المبرر ، وتنوع الحاجات وبعض الطلبات قد تتسم بالجدة ؛ مما يتطلب معالجة خاصة وسريعة في نفس الوقت ، وكذلك الوصول العشوائي للزبائن الذي قد يشهد فترات نزوة النشاط في أوقات معينة من اليوم أو الأسبوع .

ومن الممكن تصنيف الخدمات إلى خدمات نمطية كما هو الحال في الخدمات الشبيهة بالتصنيع (خدمات البريد ، معالجة الصكوك ، والمستودع المؤتمت) والخدمات الواسعة (خدمات التعليم ، الوجبات السريعة) ؛ فهذه الخدمات بحاجة بدرجة أكبر إلى توازن العمليات والمراحل أكثر من الحاجة إلى الجدولة ، أما الخدمات غير النمطية كما هو الحال في خدمات الزبون حسب الطلب مثل خدمات عقود النقل ، نداءات المسافات البعيدة ، والعلاج الصحي ، والخدمات المهنية مثل الاستشارات القانونية ، التشخيص الطبي ، والدروس الخصوصية . وفي الخدمات غير النمطية فإن الجدولة تكون مهمة سواء في عملية التحميل أو تحديد التعاقب والتعجيل والرقابة على الخدمات وفي مثل هذه الخدمات فإن دورة الخدمة (الخدمة في الخطوط الجوية من شراء بطاقة السفر حتى إقلاع الطائرة) ، تكون أسرع وأقصر من دورة الطلبية في الإنتاج عادة ؛ لهذا فإن الجدولة تكون أكثر سرعة واعتماداً على مهارة وخبرة وأسلوب العاملين حيث العاملون هم الضمانة في الجدولة الآنية الكفئة .

لهذا ، فإن الخدمات حسب الطلب تكون بحاجة إلى الجدولة الآنية والفورية حيث التوقيت وتحسين جودة الخدمة من خلال خفض وقت الانتظار تمثل معايير مهمة في الجدولة ، حيث نجد أن الخدمة الجيدة مثلاً في المطاعم الحديثة تحدد وقتاً لانتظار الزبون كما في تحديد فترة (١٠) دقائق ما بين وقت الطلب وتقديم الوجبة المطلوبة ، وعند التأخير بأكثر من (١٠) دقائق وأقل من (٢٠) دقيقة يقدم المطعم مشروبات مجانية للزبون ، وعند التأخير بأكثر من (٢٠) دقيقة يقدم المطعم وجبة مجانية ، وهذا ما اعتمدته مطاعم فرنستال (T.w. Firnstahl) : حيث يعتبر الإخفاق في جدولة الخدمة إخفاقاً للنظام كله في هذه المطاعم .

إن الجدولة في قطاع الخدمات سوف تتطور بشكل كبير في المستقبل وبما يساعد على تحقيق الكفاءة العالية في استخدام الموارد وضمان رضا أفضل للزبون واستجابة أعلى لحاجاته من خلال :

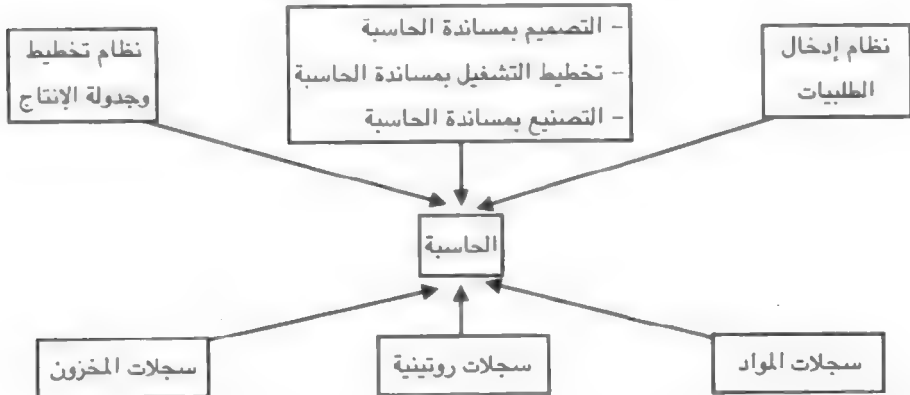
- أ- تحقيق التحميل الفعال للعاملين المكلفين في تقديم الخدمة .
- ب- التوقيت الفعال لتقديم الخدمة في المواعيد المطلوبة .
- ج- الاستجابة السريعة والأفضل لحاجات الزبون والتطوير المطلوب في جودة الخدمة بواسطة عاملين أعلى مهارة .

## ١٠-١١ - استخدام الحاسبة في الجدولة :

لقد وفرت الحاسبة إمكانيات كبيرة ساعدت على استخدامها بشكل متزايد في البيئة الصناعية ، وتمثل جدولة الإنتاج أحد المجالات الأساسية التي استخدمت فيها الحاسبة بكفاءة عالية ، سواء في مرحلة التصميم للمنتجات الجديدة من خلال التصميم بمساعدة الحاسبة (CAD) أو في تحديد المسارات الكفئة للتشغيل من خلال تخطيط التشغيل بمساعدة الحاسبة (CAPP) أو تنفيذ عمليات الإنتاج بكفاءة من خلال التصنيع بمساعدة الحاسبة (CAM) إلخ ، وذلك بالنظر للقدرة الفائقة للحاسبة على تحقيق التنسيق الفعال في بيئة الأعمال المعاصرة وتوفير المرونة العالية الضرورية في هذه البيئة القائمة على المنافسة وأبرز معايير الأداء فيها الاستجابة السريعة للتغيرات في السوق وحاجات الزبائن .

ولا شك في أن الجدولة الفعالة هي التي تعمل بكفاءة في ظل تنوع الإنتاج والطبيات ، وهذا يتطلب قدرة أكبر على تحديد الخبرة المتزايدة في جدولة الإنتاج توفر القاعدة الضرورية للمعلومات لاستخدامها من خلال الحاسبة ، والشكل رقم (١٠-١٤) يوضح دور الحاسبة في جدولة الإنتاج والربط بين الأنظمة الحديثة في تخطيط وتصميم وجدولة الإنتاج التي تعتمد على الحاسبة ، بما يؤدي في النتيجة إلى جدولة فعالة وكفئة .

الشكل رقم (١٠-١٤) : جدولة الإنتاج بمساعدة الحاسبة



لا بد من الإشارة إلى أن تطور الحاسبة بقدر ما كان يتجه نحو الأجهزة الأصغر والأسرع والأقل كلفة ، فإنه كان يتجه أيضاً نحو تطوير البرمجيات لخدمة الأغراض والطلبات المختلفة في مجال العمليات ، من ذلك مجال تخطيط وجدولة الإنتاج .

ولقد قدم (رتيزمان وآخرون L.P.Ritzman) برنامج حاسبة لمحاكاة أنظمة التصنيع في بيئات الإنتاج المختلفة .

أسلوب آخر في الأفق من المحتمل أن يكون ذا فائدة كبيرة لمدير العمليات في الجدولة ، وهو النظام الخبير (Expert System) وهو برنامج حاسبة يعتمد على الذكاء الصناعي لاتخاذ القرارات وحل المشكلات ، وفق قواعد تشابه الذكاء البشري في التعامل مع هذه المشكلات . والفكرة الكامنة وراء الأنظمة الخبيرة واستخدامها في الجدولة تتمثل في الحصول والترميز والتسخير للمعارف والخبرات المتاحة لدى الشخص الخبير (خبير الجدولة والتعاقب) ، والتي تكون قاعدة المعرفة للحاسبة بما في ذلك عمليات الجدولة السابقة التي تشكل خيارات محتملة للجدولة اللاحقة .

إن التمثيل الإلكتروني للخبير في هذا النظام يكون من خلال آلة الاستدلال ، وهذه الآلة تتزود بالمعلومات والتوجيهات من قاعدة المعرفة ؛ من أجل القيام بالجدولة المطلوبة . والشكل رقم (١٠-١٥) يظهر كيفية عمل النظام الخبير ، وباستخدام هذا النظام يمكن تحقيق أفضل توظيف للخبرات المتاحة في مجال الجدولة في بيئة الإنتاج المتغيرة التي تتعامل مع منتجات وطلبات متنوعة ومتغيرة باستمرار في الحجم والخصائص والأسبقية وغيرها .



The diagram illustrates the architecture of the 'Moudir al-Amel' expert system. At the center is a box labeled 'آلة الاستدلال (تحديد القواعد لتحقيق الاستجابة للطلبات)' (Machine of Inference (Determination of Rules for Verification of Requests)).

- Top:** A box labeled 'مدير العمليات' (Director of Operations) is connected to the central machine via a bidirectional arrow. Below it is a trapezoidal shape representing a monitor or input/output interface.
- Left:** A box labeled 'قاعدة البيانات (الوقائع المودعة في قاعدة البيانات)' (Database (Facts stored in the database)) is connected to the central machine via a bidirectional arrow. Above it is a box labeled 'الأجهزة والتفسيرات الممكنة للجدولة' (Possible devices and interpretations for scheduling), which also connects to the central machine.
- Right:** A box labeled 'قاعدة المعرفة (قواعد التصنيف المتحققة من الخبرات)' (Knowledge Base (Classification rules derived from experience)) is connected to the central machine via a bidirectional arrow. Below it is a box labeled 'النماذج الأساليب التجريبية' (Experimental methods models), which also connects to the central machine.
- Bottom:** A box labeled 'المعلومات' (Information) is connected to the central machine via a bidirectional arrow. Below it is a box labeled 'التشخيص' (Diagnosis), which also connects to the central machine.
- Bottom Right:** A box labeled 'خبير الجدولة يقدم' (Scheduling expert provides) is connected to the central machine via a bidirectional arrow.

## 174

أولاً : إن اليابانيين يميلون إلى التحميل المحدود كأسلوب فعال في الجدولة الهادئة والمستقرة خلافاً للجدولة بتحميل زائد أو لا محدود كما في المدخل التقليدي : لهذا فإن المدخل الياباني يعمل على أن يكون التحميل المخصص لمركز العمل متوازناً ، وفي أكثر الأحيان أقل من سعة مركز العمل بعيداً عن الطلبات الساخنة أو الطارئة ، وهي حالات شائعة في المصانع الأمريكية وفق ما يسمى بالأعمال والطلبات الطارئة في يوم الجمعة الساخن .

ثانياً : الاعتماد على مدخل الجدولة من الخلف مع تحقيق جدولة هادئة ومستقرة ، فرغم أن هذا المدخل يؤدي إلى جدولة غير مستقرة ؛ لعدم وجود وقت احتياطي للحوادث الطارئة كعطل الآلات أو غياب العمال أو تأخر التوريدات ، إلا أن اليابانيين يعالجون ذلك من خلال برنامج صيانة وقائية يعول عليها وعمال ذوي ولاء أكبر والتزام أعلى وموردين موثوقين ، وهم بهذا المدخل يعملون على خفض المخزون إلى الحد الأدنى وأحياناً إلى الصفر .

ثالثاً : المرونة في الجدولة : حيث إن اليابانيين يستخدمون عوامل كثيرة لتحقيق هذه المرونة ؛ فالإنتاج بحجوم صغيرة وبتشكيلة منتجات وكميات التوريد المتغيرة من طلبية لأخرى ، ولكنها ثابتة في المدى الزمني للبدء والانتها من الطلبية ، ونمط التنظيم الداخلي والعمال متعددو المهارات والآلات المتحركة موضعياً والمتعددة الأغراض ، وهذه كلها أدوات في تحقيق هذه المرونة .

رابعاً : خفض وقت الانتظار : هذا يتحقق باستخدام وسائل مختلفة ؛ من أجل خفض فترة الحركة والإعداد للآلات والوقت المستغرق خلال التدفق ، وقد أشار (شونبرجر R.Jschonberger) في حديثه عن وسائل النجاح الياباني التي استفادت منها الشركات الأمريكية ، إلا أن استخدام هذه الوسائل قد أدى إلى تخفيض وقت الانتظار من (٢١) يوماً إلى يوم واحد ، ومسافة التدفق من (٢٦٢٠) قدماً إلى (١٧٣) قدماً في شركة (أومارك Omark) في أونتاريو .

## الأسئلة :

- ١- ما هي خصائص نمط الإنتاج الواسع والإنتاج المتقطع ؟
- ٢- ما هي العمليات الأساسية للجدولة ، وما هي أهداف الجدولة ؟
- ٣- وضع كيف تؤثر السعة الثابتة والسعة المتغيرة على عملية تخطيط الإنتاج والجدولة .
- ٤- عرف ما يأتي : التحميل المحدود ، التحميل اللامحدود . وما هي مزايا وعيوب كل منها ؟
- ٥- ما هي قواعد الأسبقية ؟ حدد ستاً من هذه القواعد واستخداماتها في الإنتاج والخدمات .
- ٦- كيف يمكن المفاضلة بين قواعد الأسبقية ؟
- ٧- متى يمكن اعتبار متوسط كلفة الإعداد للآلات معياراً مهماً للمفاضلة بين قواعد الأسبقية ؟
- ٨- وضع لماذا تعتبر قاعدة النسبة الحرجة قاعدة مركبة .
- ٩- ما هي القاعدة الأفضل من قواعد الأسبقية في الحالات الآتية :  
 أ - حاجة الإدارة لإنجاز الأعمال في أقصر وقت .  
 ب - حاجة الإدارة لتحسين العدد المتوسط للأعمال .  
 ج - حاجة الإدارة للمحافظة على الزبون الذي يتعامل بأكثر من (٨٠٪) من المجموع الكلي لطلبات المصنع .
- ١٠- لماذا تعتبر قاعدة الزبون المفضل ضرورية رغم أنها قد تتعارض مع القاعدة الأكثر استخداماً وعدالة : قاعدة يأتي أولاً يخدم أولاً ؟
- ١١- ما هي مزايا وعيوب قاعدة جونسون في تحديد تعاقب الأعمال ؟
- ١٢- ما هي شروط استخدام طريقة التخصيص ، وما هي الحالات التي يمكن تجاوزها هذه الشروط بدون الإخلال بالطريقة ؟

- ١٣- ما هو الجدول الذي يمثل نقطة الأصل في طريقة التخصيص بوصفها نموذجاً للبرمجة الخطية ذا أغراض خاصة .
- ١٤- كيف يمكن الاستفادة من الرقابة على المدخلات / المخرجات في الرقابة على السعة ؟
- ١٥- ما هي الوسائل الأساسية في خفض وقت الانتظار ؟
- ١٦- بين الجدولة من الخلف والجدولة إلى الأمام ؟ وما هي الظروف الملائمة لاستخدام كل منها ؟
- ١٧- ما هي الاختلافات الأساسية بين الخدمة والمنتوج (السلعة) ؟
- ١٨- كيف تؤثر الاختلافات بين الخدمة والمنتوج على عملية الجدولة ؟
- ١٩- ماذا نعني بالجدولة الآتية أو الفورية في الخدمات ؟
- ٢٠- بماذا تتميز التجربة اليابانية في مجال الجدولة ، وما علاقة ذلك باستخدام السعة في الإنتاج ؟

## التمارين :

١- في مصنع (أ ب جـ) كان الطلب المتوقع حسب الفصول كالآتي :

الطلب (وحدة)	الفصل
١٢٠	١
١٤٠	٢
٢٠٠	٣
٢٢٠	٤

المطلوب : أ - تحديد السعة في المصنع إذا كان المصنع يعتمد على أسلوب التحميل المحدود .

ب - تحديد السعة إذا كان المصنع يعتمد على أسلوب التحميل اللامحدود .

٢- يقوم مصنع الأعمال الصناعية بإنتاج أحد المنتجات الذي يتكون من ثلاثة أجزاء وبعد دراسة وتحليل العمليات اللازمة لإنتاج الطلبية توفرت البيانات الآتية :

أ ( شراء المواد المطلوبة للأجزاء يتطلب	(٣) أسابيع
ب) تصميم الأجزاء	(٤) أسابيع
ج) إنتاج الجزء الأول	(٢) أسبوعان
د ( إنتاج الجزء الثاني	(٤) أسابيع
هـ) إنتاج الجزء الثالث	(٤) أسابيع
و) فترة تجريب للجزء الثاني	(١) أسبوع
ز ( التجميع	(٢) أسبوعان
ح) الفحص والتسليم	(١) أسبوع

المطلوب : أ - إعداد مخطط جانتي لتخطيط العمليات الأساسية للطلبية .

ب- بعد التنفيذ توفرت البيانات الآتية : العمليات (ب) (جـ) (د) (هـ)

نفذت حسب ما هو مخطط ، والعمليّة (أ) نفذت في (٤) أسابيع ،

(و) في أسبوعين ، (ز) في (٢.٥) أسبوع ، والفحص والتسليم

أسبوعين ، فكم أسبوعاً سوف يتأخر المشروع ؟ وارسم ذلك بيانياً .

٢- فى الجدول أدناه خمسة أعمال وأوقات معالجتها فى ثلاثة مراكز عمل .

الأعمال	مركز العمل الأول (ساعة)	مركز العمل الثانى (ساعة)	مركز العمل الثالث (ساعة)
أ	٣٠	٨٠	٦٠
ب	٤٥	٦٠	٣٥
جـ	٢٥	٧٥	٥٠
د	٤٠	٦٥	٧٥
هـ	٥٥	٦٠	٨٠
السعة المتاحة ساعة	٤٠	١٣٠	١٢٠

المطلوب : أ - تخصيص الأعمال لمراكز العمل باستخدام طريقة الأرقام القياسية .

ب - تحديد الفائض والنقص فى السعة .

٤- الجدول الآتى يمثل كلف تخصيص ثلاثة أعمال على أربعة عمال :

	فوزى	سليم	أحمد	طارق
س	٥	٧	٨	٩
ص	٣	٨	٩	٦
ك	١٠	١٨	١٧	١٤

المطلوب : التخصيص الأمثل للأعمال الثلاثة على العمال الأربعة بأدنى كلفة

باستخدام طريقة التخصيص .

٥- على افتراض أن الأرقام الواردة فى الجدول فى المثال (٤) تمثل الربح المتحقق من تخصيص الأعمال .

المطلوب : أ- تحديد التخصيص الأمثل للأعمال على العمال .

ب- هل هناك تخصيص أمثل ثانٍ ، ولماذا ؟

٦- في الجدول الآتي خمسة أعمال وأوقات معالجتها ومواعيد أدائها .

الأعمال	وقت المعالجة (يوم)	تاريخ استلام الطلبية	تاريخ أداء الطلبية
و	٧	٤	١٢
ز	١٠	٨	٢٨
ح	٦	١٥	٢٢
ط	١٢	٣	١١
ى	١٥	١٠	١٥

المطلوب : أ- تحديد الأعمال باستخدام القواعد الآتية :

- قاعدة يأتى أولاً يخدم أولاً .

- وقت المعالجة الأقصر .

- وقت المعالجة الأطول .

- موعد الأداء .

- النسبة الحرجة .

- الخامل الأقل .

- العمل (ط) يخضع لقاعدة الطوارئ عندما تكون القاعدة المتبعة هي وقت المعالجة الأقصر .

ب - احتساب معايير الفاعلية (متوسط وقت المعالجة ، متوسط وقت التأخير ، العدد المتوسط للأعمال) للقواعد السبع المذكورة في المطلوب (i) .

ج - استخدام قاعدة تقليل عدد الأعمال المتأخرة في تحديد تعاقب الأعمال .

٧- تلقى مصنع القدس لصنع الشبايك خمس طلبيات يجب معالجتها على الآتين (أ) و(ب) بالتعاقب كما مبين في الجدول أدناه .

الطلبية	الآلة (أ) ساعة	الآلة (ب) ساعة
٢٠٠١	٨	٥
٢٠٠٢	٦	١٢
٢٠٠٣	١٥	١١
٢٠٠٤	١٠	٦
٢٠٠٥	١٤	١٨

المطلوب : أ - تحديد تعاقب الأعمال على الآتين (أ) و(ب) .

ب - تحديد وقت العمل الكلي والوقت العاطل للآتين (أ) و(ب) .



## المراجع :

### أولا : الكتب :

- (1) E Adam and R. J. Ebert, Production and Operations Management, Printice Hall of India Private Lmd, New Delhi, 1993.
- (2) K. R. Baker, Introduction to Sequencing and Scheduling, John Willy and Sons, New York, 1984.
- (3) D. Del Mar, Operations and Industrial Management, McGraw Hill Book Co. New York, 1989.
- (4) J. B. Dilworth, Production and Operations Management. McGraw Hill Publishing Co. New York, 1989.
- (5) J. Hiezer and B. Render, Production and Operations Management, Allan and Bacon, Inc. Boston, 1988.
- (6) D. W. Mcleavey and S. L. Narasimhan, Production Planning and Inventory Control, Allan and Bacon, Inc. Boston, 1985.
- (7) J. G. Monks, Operations Management : Theory and Problems, McGraw Hill Book Co. New York, 1987.
- (8) R. J. Schonberger, World - Class Manufacturing, Free Press, New York, 1986.
- (9) R. G. Schroeder, Operations Management : Decision Making in Operations Function, McGraw - Hill Book Co. New York, 1989.
- (10) M. K. Starr, Managing Production and Operations, Printice Hall Inc. New Jersey, 1989.
- (11) W. J. Stevenson, Production / Operations Management, Irwin, Homewood, Boston, 1990.
- (12) M. A. Vandermbase and G. P. White , Operations Management , , West Publishing Co. America , 1991.

### ثانيا : الدوريات :

- (13) T. W. Firastahl, My Employees' Are My Service Guarantee, HBR, July - Aug, 1989.
- (14) J. K. Kaner and J. C. Hayya, Priority Dispatching with Operation Due Dates in a Job shop. Journal of Operations Management, May 1982 .
- (15) S. S. Roach, Services Under Siege : The Restructure Imperative, HBR Sep-Oct, 1991.

## الفصل الحادي عشر : نظام إنتاج الوقت المحدد

- ١١ - ١ - المدخل .
- ١١ - ٢ - التعريف بنظام الوقت المحدد .
- ١١ - ٣ - جذور نظام الوقت المحدد .
- ١١ - ٤ - عناصر نظام الوقت المحدد :
  - أولاً : إزالة الهدر .
  - ثانياً : المخزون الأدنى .
  - ثالثاً : أحجام الوجبات الصغيرة .
  - رابعاً : خفض وقت الإعداد .
  - خامساً : جدولة الإنتاج المستقرة .
  - سادساً : المصنع البؤرى أو ذو الهدف المركز .
  - سابعاً : تكنولوجيا المراجع .
  - ثامناً : الصيانة الوقائية .
  - تاسعاً : العمال متعددو المهارات .
  - عاشراً : كانبان ، نظام السحب .
  - أحد عشر : الشراء في نظام الوقت المحدد .
  - اثنا عشر : الجدولة بدون سعة التحميل الزائد .
  - ثلاثة عشر : حل المشكلات .
  - أربعة عشر : تحسين الجودة .
  - خمسة عشر : محاسبة الكلفة في نظام الوقت المحدد .
- ١١ - ٥ - نظام الوقت المحدد في قطاع الخدمات .
- ١١ - ٦ - مزايا تطبيق نظام الوقت المحدد .
- ١١ - ٧ - إمكانيات الاستفادة من نظام الوقت المحدد :
  - الأسئلة .
  - المراجع .



## ١١-١- المدخل :

يمكن اعتبار نظام إنتاج الوقت المحدد (Just-In-Time Production System) فلسفة جديدة تنطوى على مفاهيم وأساليب جديدة فى إدارة وأداء وظيفة العمليات على المستوى الإستراتيجى من أجل تحقيق الميزة التنافسية ، وعلى المستوى التشغيلى لتحقيق الكفاءة فى استخدام الموارد وجدولتها والاستجابة الفعالة للتغيرات فى الطلب وحاجات الزبون . ولقد حقق هذا النظام الذى يوصف بأنه نظام إنتاج تويوتا نتائج متميزة من قبل الشركات اليابانية ساهمت فى انتشاره السريع منذ بداية الثمانينيات إلا أن الحاجة تتزايد من أجل الدراسة والتعمق فى هذا النظام ؛ لأنه يفسر جوانب مهمة من عوامل التفوق اليابانى وطريقة التفكير والمعالجة اليابانية لعمليات أساسية فى الشركات الحديثة : كالتوريد ، المخزون ، التصميم ، الإنتاج ، السيطرة النوعية ، الشراء ، التوزيع ، والعلاقات مع الموردين والعاملين وغير ذلك .

ولاشك فى أن الأهمية الكبيرة التى يحتلها نظام الوقت المحدد (JIT) وعناصره الأساسية تتمثل فى المفاهيم والأساليب الجديدة التى تجاوزت الكثير من المفاهيم والأساليب التقليدية فى الإنتاج التى كانت إلى وقت قريب تمثل مبادئ وقواعد صلبة لايمكن مناقشتها فى إدارة العمليات ، ولكن مع نظام (JIT) فإن هذه المبادئ والقواعد لم تعد تمتلك ذلك القدر من الصحة والاساس المنطقى والمزايا فى التطبيق الذى يؤهلها للاستمرار فترة أخرى فى ممارسة إدارة العمليات ، فما هو نظام إنتاج الوقت المحدد ؟ وما هى جذوره ؟ وما هى مكوناته وعناصره الأساسية ؟

## ١١-٢- التعريف بنظام الوقت المحدد :

لقد تم تطوير نظام الوقت المحدد (JIT) فى شركة تويوتا اليابانية فى الستينيات من قبل (تايچى أوهنو Taiichi Ohno) الذى يعمل نائباً لرئيس الإنتاج فى الشركة ، وكان تطبيقه لأول مرة فى الولايات المتحدة عام ١٩٨٠م فى مصنع كاواسكى لنكون نيارسكا ، وخلال سنوات قليلة أخذت تطبيقه أفضل الشركات الأمريكية العاملة فى صناعة السيارات والإلكترونيات ؛ لينتشر بعد ذلك فى أوروبا وأمريكا الجنوبية ؛ لتتسع

شعبية هذا النظام باستمرار بعد أن حظى باعتراف واسع بكفاءته فى إزالة أشكال الهدر ، خفض المخزون ، جدولة الإنتاج ، والجودة .. إلخ .

وبالنظر لأهمية نظام (JIT) وتعدد عناصره المكونة ؛ فإن النظرة إليه تتباين بشكل كبير ؛ فالبعض يعتبره نظاماً للسيطرة على المخزون ؛ لأنه يحقق سيطرة محكمة على المخزون ، ويذهب (جوزف مونكس J.G. Monks) إلى أبعد من هذا مقترحاً تسمية أخرى للنظام هى تقييد المخزون ، ومع أهمية معالجة المخزون فى هذا النظام إلا أن المخزون لا يحكى القصة كلها كما يقال ، وهذا (وليم ستيفسن W.J.Stevenson) يقدم نظرة أوسع مشيراً إلى أن نظام (JIT) هو نظام الإنتاج الذى تتم فيه عمليات وحركة المواد والمنتجات ... إلخ عندما تكون مطلوبة ؛ فتكون النتيجة هى مخزون قليل جداً وإنتاج كبير جداً وفق نمط الإنتاج من اليد إلى الفم .

وفى نفس الاتجاه يؤكد (شرويد R.G. Schroeder) على أن (JIT) يشير إلى أبعد من السيطرة على المخزون ؛ ليشمل نظام الإنتاج كله ، حيث يتم العمل فيه على إزالة كل مصادر الهدر ، وأى نشاط لا يؤدى إلى إضافة قيمة فى الإنتاج من خلال توفير الجزء المناسب فى المكان المناسب والوقت المناسب ، أى الإنتاج حسب الحاجة وفى الوقت المحدد ، خلافاً للمدخل التقليدى الذى ينتج وفق الحالة المحددة ، أى حسب حالة الإنتاج وليس حسب الحاجة أو الطلب على الإنتاج فى الوقت المحدد .

أما البعض الآخر فيربط (JIT) بعامل الوقت ؛ ففى دراسة نشرت فى مجلة الشراء الأمريكية تم تعريف (JIT) بأنه الوصول اليوم والاستخدام غداً ، ولكن هذا ليس الهدف ، وإنما اعتبار الوقت هو الأساس فى بناء النظام الجديد . ومع أن نظام (JIT) يركز فى جانب منه على الوقت فى إزالة الهدر سواء فى الإنتاج قبل الأوان أو الخزن أو فى طول وقت التوريد ، أو وقت الإعداد ، إلا أن هذا النظام يتجاوز الوقت إلى عوامل أخرى لا تقل أهمية عنه كما سنوضح ذلك بعد قليل .

وأخيراً نشير إلى ما أكدته (إدور هاى E.J. Hay) بأن نظام (JIT) الذى شاع استخدامه فى بداية الثمانينيات بين الصناعيين الغربيين ، قد ظل تسمية غامضة ولا يعرف

بالضبط ماذا يعنى : فالكثير يعتقد أن (JIT) هو نظام أو أداة بارعة لحل مشكلة أو تحقيق هدف يتعلق بخفض المخزون ودفع المسؤولية إلى الموردين ، وأحياناً هو أداة للتحديد السريع للصنع غير الفعال ، والحقيقة أن نظام (JIT) هو أكثر من ذلك ، إنه فلسفة للصنع أو فلسفة لإزالة الهدر فى عملية الإنتاج ، وهذه الفلسفة لا يمكن أن تجزئ كما يفعل الكثيرون من رجال الأعمال فى الغرب . وكما نرى فإن نظام (JIT) بقدر ما يمثل فلسفة للصنع أو الإنتاج تشتمل على عناصر ومكونات أساسية قابلة للتطبيق فى بيئات أخرى فإنه يتضمن خصائص متميزة ترتبط بجذوره اليابانية الخاصة ، وهذا يفسر ما أشار إليه (هاى E.J. Hay) نفسه فى أن الكثير يسأل ويقول "أنا أعرف كل شىء عن فلسفة (JIT) والنظريات التى تكمن وراءها ، ولكن سؤالى هو كيف أطبقها فى شركتى ؟"

ورغم الكثير من هذه الأسئلة التى تطرح هنا وهناك ، فإن تطبيقات (JIT) خارج اليابان حققت نتائج إيجابية مهمة : مما يؤكد على أهمية عناصرها الأساسية التى تتسم بقابلية عالية للاستخدام والتوظيف ، ويمكن أن نشير إلى أهم هذه النتائج : زيادة فى إنتاجية العمل المباشر وغير المباشر بنسبة (٢٠-٥٠٪) ، زيادة فى استغلال سعة المعدات بنسبة (٣٠-٤٠٪) ، خفض وقت التحميل الصناعى (٨٠-٩٠٪) ، خفض تكلفة الإخفاق (خردة ، إعادة عمل) بنسبة (٤٠-٥٠٪) خفض كلفة شراء المواد (٨-١٥٪) خفض كمية المخزون (٥٠-٩٠٪) ، تقليص احتياجات الموقع (٣٠-٤٠٪) .

## ١١-٢- جذور نظام الوقت المحدد :

إن البحث فى جذور نظام (JIT) يمكن أن يكشف عن خصائص هذا النظام من حيث ارتباطه بالأسباب المؤدية إلى ظهوره خاصة أن بعض الشركات غير اليابانية التى طبقت هذا النظام واجهت صعوبات كثيرة : لأن بعض خصائص النظام هى خصائص بيئة أكثر من كونها مفاهيم وأساليب علمية قابلة للتجريد والتطبيق العام ، بغض النظر عن ظروف وخصائص البيئة الملائمة لتطبيقها .

لقد كان نشوء نظام (JIT) يرتبط باليابان بوصفه بلداً يتسم بالحيز الكافى المحدد والاكتظاظ الكافى والموارد الطبيعية المحددة : لهذا فقد طور اليابانيون نظرتهم إلى

المخزون (لأنه هدر فى المكان وتعطل فى موارد ثمينة) وإلى الإنتاج حيث الإنتاج بوجبات صغيرة يؤدي إلى خفض المخزون من المواد الأولية والمواد تحت الصنع والمنتجات ، وما يرتبط بهما من عوامل أساسية تؤدي إلى جعل النظام مدخلاً فعالاً لإزالة الهدر ومصادره المختلفة ، وأى شئ لا يؤدي إلى القيمة المضافة فى الإنتاج . والواقع أن الكثير من عناصر هذا النظام تمثل طرْحاً جديداً وفهماً جديداً ساهمت فى تحقيقها بكفاءة البيئة اليابانية التى تستجيب ببسر لتطبيق هذه العناصر .

ولابد من أن نشير إلى أن هناك وجهتى نظر مطروحتين فى مجال الكشف عن جذور هذا النظام هما :

- النظرة الأولى : ترى أن نظام (JIT) الذى يسميه (تايجى أوينو T. Ohno) نفسه نظام إنتاج تويوتا نظام يابانى ترتبط جذوره بالبيئة اليابانية وخصائصها المتميزة ؛ فقد طورته شركة تويوتا فى الستينيات (البعض يرى أنه طبق قبل ذلك بوقت طويل فى صناعة بناء السفن اليابانية) ، وأن تطبيقاته الناجحة فى اليابان والنتائج المحددة لتطبيقاته خارجها يؤكد أهمية البيئة اليابانية فى نشأته ونجاحه .

- النظرة الثانية : ترى أن هذا النظام بالأصل ليس يابانياً وإنما أمريكى ؛ حيث تشير إحدى الدراسات إلى أن مصنع السيارات ريفر روج لـ (هنرى فورد H.Ford) فى ميشيجان قام خلال العشرينيات ببناء مجمع معقد ترتبط به مصانع مختلفة بشكل متكامل لصناعة السيارات كنموذج لهذا النظام ، وأن أنصار هذا الاتجاه يرون أن الإنجاز الكبير لنظام (JIT) فى أغلب مفاهيمه اليابانية جاء من الولايات المتحدة . والواقع أن اليابانيين لا ينكرون الاستفادة من طرق الإدارة الأمريكية فرئيس شركة سونى يرى أن شركته تطبق (٦٠٪) من طرق الإدارة اليابانية و(٤٠٪) من طرق الإدارة الأمريكية ، ولكن هذا المزيج الإدارى عبر عنه (تاكوفوجيادا) من شركة هوندا اليابانية حين قال إن الإدارتين اليابانية والأمريكية متشابهتان بنسبة (٩٥٪) ، ولكنهما تختلفان فى كافة الجوانب الهامة .

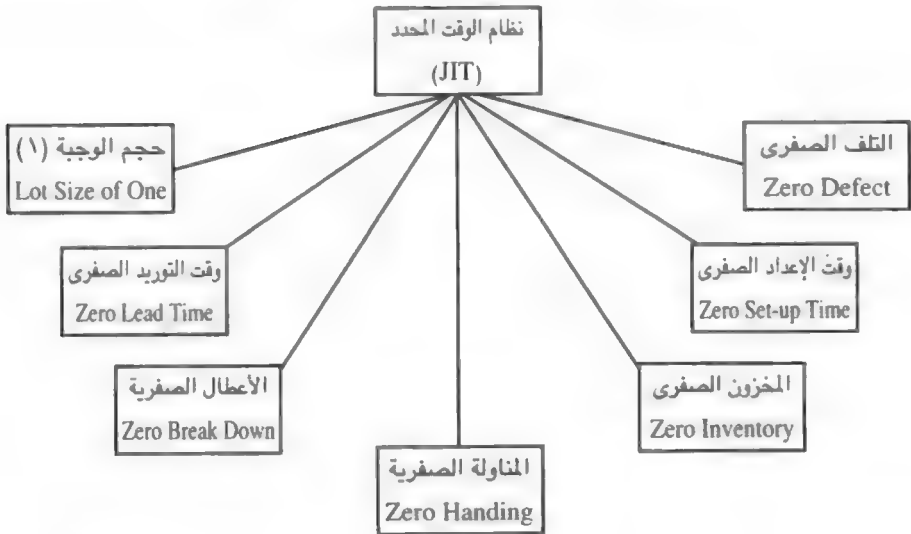
كما نرى فإن النظرة الأخيرة تبالغ فى تأثير طرق الإدارة الأمريكية ، خاصة أن ما جاء به نظام (JIT) لازال ميزة فى الشركات اليابانية مقارنة بالشركات الأمريكية حتى تلك التى أخذت فى تطبيق هذا النظام .

## ١١-٤- عناصر نظام الوقت المحدد :

لاشك أن نظاماً مهماً وكبيراً مثل نظام الوقت المحدد لا يمكن تحديد عناصره بشكل نهائى وكامل ، لاسيما أنه لا يزال قيد الدراسة والتقييم ؛ لهذا نجد أن الذين درسوا وحلّوا هذا النظام لازالوا غير متفقين على التحديد الدقيق والنهائى لعناصره الأساسية رغم اتفاقهم على عدد منها . ويمكن بشكل أساسى أن نحدد أهداف نظام (JIT) ، وهذه الأهداف تمثل فى حقيقتها الحالة المثلى التى يسعى إلى تحقيقها هذا النظام من خلال عناصره ، والشكل رقم (١١ - ١) يوضح هذه الأهداف .

ويرى (هاى E.J. Hay) أن دراسة هذا النظام تكشف عن (١٤) نقطة أساسية تمثل ما يمكن تسميته بالمدخل اليابانى فى الإنتاجية ، وأن سبباً منها تتعلق بالعاملين والسبع الأخرى تتعلق بإزالة الهدر ، إلا أنه يشير أيضاً إلى أن الدراسة العميقة لتحديد ما هو ملائم للسياق الغربى تساعد على التوصل إلى سبع نقاط تشكل العناصر الجوهرية لما يدعى الآن بنظام (JIT) .

الشكل رقم (١١-١) : أهداف نظام الوقت المحدد





والواقع أن الاختلاف الكبير فى عدد العناصر الأساسية لنظام (JIT) يمكن إرجاعه إلى درجة التعمق فى هذا النظام فى البيئة اليابانية من جهة وإلى التباين فى الرأى فيما هو أساس أو ثانوى من عناصر النظام ؛ فالبعض من المعنيين يعتبر بعض العناصر أساساً فى حين يعتبره البعض الآخر ثانوياً من جهة أخرى . وسنحاول أن نعرض العناصر الأساسية المكونة لنظام (JIT) محاولين تقديم الوضوح اللازم لهذه العناصر ؛ من أجل الاحاطة المطلوبة بهذا النظام الذى لازال بعيداً عن المعالجة والدراسة المعقدة فى الإدارة العربية .

### أولاً : إزالة الهدر (Eliminating Waste)

إن إزالة الهدر هو أساس نظام (JIT) فى جميع عناصره الأخرى ؛ لأن هذا النظام يهدف إلى إزالة كل أشكال الهدر سواء ما كان يصنف هدراً بالمفهوم التقليدى كالوقت ورأس المال العاطلين بشكل غير مبرر اقتصادياً ، والتلف والعطلات والسعة غير المستغلة فى الآلة أو الأرض وغيرها ، أو ما كان خارج المفهوم التقليدى . والواقع أن نظام (JIT) يتبنى مفهوماً خاصاً للقيمة المضافة ؛ فتعريف الهدر حسب ما تراه شركة تويوتا المكتشف الأصلى لنظام (JIT) هو : أى شىء آخر من غير المواد الدنيا المطلقة من المعدات والأجزاء وأوقات العمل الجوهرية فى الإنتاج . ولكن ماذا تعنى شركة تويوتا بالموارد الدنيا المطلقة ؟ والإجابة تميز استخدام القيمة المضافة فى نظام (JIT) عنه فى المفهوم الغربى . فحسب المفهوم الغربى ، فإن رموز الجمعية الأمريكية للمهندسين الميكانيكيين (ASME) هى : العملية ، النقل ، التأخير ، الفحص ، الخزن - تعتبر عناصر أساسية فى مخططات الانسياب ، إلا أنها فى نظام (JIT) تعتبر جميعها هدراً باستثناء العملية ؛ لأن العناصر الأربعة الأخرى ليست من الموارد الدنيا المطلقة ؛ لهذا فإن عدّ وإحصاء المواد والأجزاء والمنتجات لا يضيف قيمة ، وتحريكها من مكان لآخر لا يضيف قيمة (بل إنه قد سبباً فى فقدده أو تضرره) ، وخزن الشىء لا يضيف قيمة (بل إنه يؤدى إلى تحمل تكلفة الاحتفاظ ؛ لأن القيمة المضافة تتحقق فقط فى العملية التى تؤدى إلى التغيير المادى فى المنتج ، وبالتالي فإن الفحص لا يضيف قيمة ، وإنما هو يخبر أن خطوة فائض القيمة (العملية) قد تحققت ولكن نشاط الفحص نفسه لا يضيف قيمة .

هكذا يساعد نظام (JIT) على إزالة الخطوات التى لا تحقق قيمة مضاعفة فى الصناعة والخدمات والمكاتب . والجدول رقم (١١ - ٢) يتضمن بيانات عن سبع صناعات ، ومجموع الخطوات المتبعة فيها ، وعدد خطوات القيمة المضافة ونسبتها إلى مجموع الخطوات . إن الخطوات المتبعة فى الإنتاج فى هذه الصناعات تعتبر مقبولة وفق المفهوم الغربى : لأنها تقتزن بكل عملية إنتاجية . إلا أنها فى نظام (JIT) تمثل أشكالاً من الهدر لا يمكن قبولها ولا بد من خفضها إلى الحد الأدنى . ولعل من المفيد أن نقدم أمثلة عن إزالة الهدر أو الإنتاج بالموارد الدنيا المطلقة : عدم تخصيص موقع أو آلات أو عاملين من أجل إعادة العمل ، لا مخزون أمان ، أقصر وقت إعداد ممكن ، مورد واحد إذا كان لهذا المورد سعة كافية ، عدم استخدام العاملين فى أعمال لا تؤدي إلى قيمة مضافة .. إلخ .

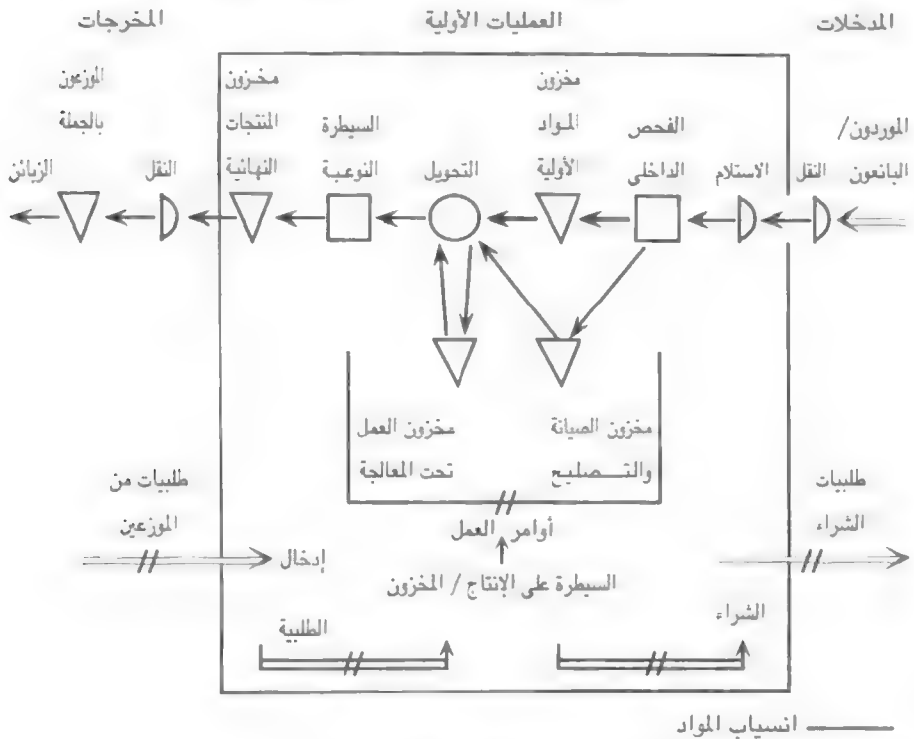
الجدول رقم (١١-٢) : أنشطة القيمة المضافة فى سبع صناعات

الصناعة	مجموع الخطوات	عدد خطوات القيمة المضافة	خطوات القيمة المضافة (%)
الزجاج (أدوات المائدة)	٧٢	٦	٨
الأغذية	٣٧	٤	١١
النسيج (صناعة الغزل والنسيج)	١٠٥	١١	١١
المعدنية (العجلات الإسطوانية)	١٨٧	١٣	٧
الإلكترونية (تجميع الأسلاك)	٢٣٩	١٩	٨
المنتجات الاستهلاكية	١٠٥	١١	١١
الأنشطة السائدة (إدخال الأوامر)	٩٨	١٥	١٥

إن نظام (JIT) يكشف بكفاءة عن أشكال الهدر المقبولة حتى الآن فى الدخل التقليدى ويضع إدارة الإنتاج / العمليات أمام رؤية جديدة للهدر : لأنه يميز ما بين عمليات الإنتاج والتحويل التى هى عمليات تخلق القيمة المضافة وما عداها يمثل هدراً ،

أى عمليات بدون قيمة مضافة ، بل إنها تقلص من القيمة المضافة المتحققة فى العمليات الأولى بعد أن تحمل عمليات الإنتاج والتحويل كلفة مضافة . إن الشكل رقم ( ١١ - ٣ ) يمثل الرؤية التقليدية للمواد وحركتها فى نظام الإنتاج ؛ حيث يلاحظ أن المواد الأولية الداخلة تتأخر عند الاستلام والإدخال فى الفحص للتأكد من مطابقة المواصفات ، والمواد تحت الصنع أو العمل فى التشغيل الذى يتأخر فى مراكز العمل المتعددة ، والسلع النهائية تتأخر فى مخزون السلع النهائية .

الشكل رقم (١١-٣) : الانسياب التقليدى للمواد والطلبات خلال عمليات التحويل



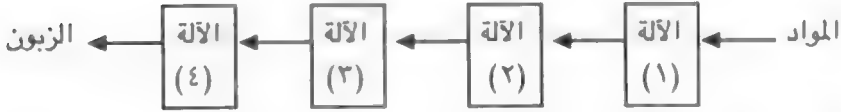
انسياب المواد

تدفق المعلومات (أوامر عمل ، تعليمات ، طلبات شراء)

الرموز :  $\triangleright$  الانتظار أو التأخير ،  $\square$  التخزين ،  $\square$  الفحص ،  $\bigcirc$  العملية أو التحويل

إن كل عمليات الخزن ، الانتظار والتأخير ، والفحص تمثل فرصاً ممكنة لإزالة الهدر فى (JIT) ، وهذه كلها تتم إزالتها مع نظام (JIT) ؛ حيث إن انسياب المواد والأجزاء والمنتجات فيه تتجنب عمليات الخزن والانتظار وكذلك الفحص الذى يصبح فى هذا النظام من مسؤولية كل عامل من عمال الإنتاج ، ففى خط الإنتاج فإن انسياب المواد يتمثل فى الشكل رقم (١١-٤) ، حيث نلاحظ اختفاء مخزون الأمان للمواد والأجزاء والمنتجات النهائية ، وأن دورة الإنتاج تكون بدون أنشطة غير فعالة لا تضيف قيمة ، وإنما انسياباً فعالاً من المورد إلى الزبون .

الشكل رقم ( ١١-٤ ) : انسياب المواد فى نظام (JIT)



## ثانياً : المخزون الأدنى (Minimum Inventory)

يعتبر المخزون (Inventory) واحداً من الموضوعات الأساسية التى تواجهها الإدارة فى المنظمات المختلفة . وهذا لا يعود فقط إلى الوظائف المهمة التى يضطلع بها المخزون من أجل استمرار الإنتاج ، وإنما أيضاً إلى حقيقة ما يمثله المخزون من موارد كبيرة وكلفة عالية ينبغى أن تستخدم بكفاءة عالية ؛ فقيمة المخزون تصل بالمتوسط فى هذه المنظمات إلى (٢٥٪) من مجموع رأس المال المستثمر ، كما تتراوح هذه القيمة فى الشركات الصناعية من (٩٪) إلى (٥٥٪) ؛ ولأن المخزون يؤدى إلى تجميد الموارد ورأس المال المستثمر فى الأرض والأبنية والمعدات المخزنية والمواد المخزونة ؛ فإن إدارة المخزون تعمل على خفض المخزون من أجل خفض كلفته .

وهذه النظرة القائمة على خفض المخزون لم تكن مقبولة فى السابق ؛ فحتى بداية هذا القرن كان المخزون هو مقياس الثروة والقوة بالنسبة للبلدان والمنظمات ، وكانت المستودعات الكبيرة مؤشراً على القوة الاقتصادية ؛ لهذا كانت القاعدة الذهبية هى (اجعل المخزون أكبر ما يمكن) . وإذا كان هذا الاتجاه فى التعامل مع المخزون يكشف

عن ظروف عدم الاستقرار : فإنه يكشف أيضاً عن مراحل تطوير إدارة المخزون فى هذا المجال : فمع ظهور مخاطر ومساوئ الاحتفاظ بالمخزون الكبير بدأ الانتقال إلى نظرة جديدة تقوم على خفض المخزون إلى الحد الأدنى المقبول لخفض المخاطر المترافقة مع مخزون بكميات كبيرة كما هو الحال فى مخاطر التلف والتقادم والسرقة والتغيرات الحادة فى الأسعار وتجميد رأس المال وتدنى سرعة دورانه وتحمل كلف خدمة المخزون والاحتفاظ به . وهذه المخاطر حفزت على البحث عن أساليب وطرق للتوصل إلى الكمية المثلى للمخزون التى تحقق التوازن ما بين منافع المخزون ومساوئه ، وقد تحقق ذلك من خلال نموذج كمية الطلبية الاقتصادية (EOQ) الذى توصل إليه (هاريس F.W. Harris) عام ١٩١٥ : ليبدأ فى العشرينيات من هذا القرن الاتجاه الجديد القائم على أن المخزون هو مقبرة الأعمال ، وأن الفائض فى المخزون هو السبب الأساسى لفشل شركات الأعمال ، وبالفيتية فإن الشركات الحديثة أخذت تطور موقفاً واضحاً ضد زيادة المخزون والعمل : من أجل التوصل إلى ظاهرة معروفة هى الشراء من اليد إلى الفم ، وهذا يعنى الاحتفاظ بالمخزون صفراً أو أقرب إلى الصفر .

ومع أن المخزون لازال يمثل حقيقة قائمة فى نظام المنظمات المختلفة إلا أن التطور الكبير حصل فى اتجاهين الأول يتمثل فى تطوير نماذج المخزون وهى نماذج كمية الطلبية الاقتصادية ونقطة إعادة الطلب . إن هذه النماذج تنطلق من أن المخزون ضرورى وأن هناك مستوى مثالياً من المخزون تتساوى عنده كلفة الحيازة أو الاحتفاظ مع كلفة الطلبية (مما يؤدى إلى أدنى كلفة كلية للمخزون) ، أما الثانى يتمثل فى الاتجاه المتعلق بالتخلص من المخزون ، أى المخزون الصغير ويمثل هذا الاتجاه نظام الوقت المحدد (JIT) .

ومع نظام (JIT) فإن نماذج المخزون لاتعود مقبولة ، فمن حيث المبدأ لا يوجد مخزون الأمان كما أن المخزون عند كمية الطلبية الاقتصادية (التي عندما تتساوى كلفة الاحتفاظ بالمخزون مع كلفة الطلبية) لا يعود مقبولاً ، ويجب أن ينخفض إلى أدنى حد ممكن ، حيث تكون كمية الطلبية التى توضع اليوم تكفى لاستهلاك اليوم التالى مع خفض كلفة الطلبية إلى أدنى مستوى لها بما فى ذلك كلفة نقل الطلبية بالاعتماد على

موردين قرب المصنع : فشركة تويوتا يقع (٨٠٪) من مجموع المجهزين (أى ٢٢٠ مورداً من ٢٥٠ مورداً) الذين ترتبط بهم بعلاقات طويلة الأمد على بعد ساعة واحدة من مصانعها .

ولتوضيح هذه الجوانب التى تحدثنا عنها لنفرض أن أحد المصانع توفرت فيه البيانات الآتية :

الطلب السنوى على مادة أولية = ط = ٥٠٠٠ وحدة .  
كلفة الحيازة للوحدة المخزونة فى السنة = ك = ١ دينار .  
كلفة الطلبية الواحدة = ل = ٤٠ ديناراً ، عدد أيام العمل فى السنة = ٢٥٠ يوماً .  
كمية الطلبية الاقتصادية = س = ؟ .

وفق نموذج كمية الطلبية الاقتصادية ، ويمكن احتساب (س) باستخدام الصيغة الآتية :

$$س = \sqrt{\frac{٢ ط (ك ل)}{ك}}$$

$$= \sqrt{\frac{٢ \times ٥٠٠٠ (٤٠)}{١}}$$

$$= \sqrt{٤٠٠٠٠٠}$$

$$= ٢٠٠٠ وحدة .$$

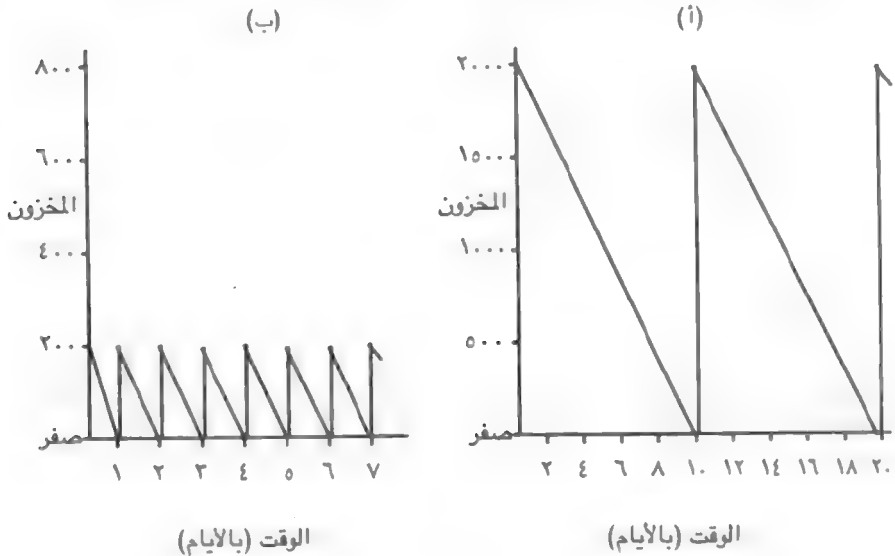
وحيث إن معدل الاستهلاك اليومى يمكن احتسابه وفق الصيغة الآتية :

$$\text{معدل الاستهلاك اليومى} = \frac{ط}{\text{عدد أيام العمل}}$$

$$= \frac{٥٠٠٠٠}{٢٥٠} = ٢٠٠ وحدة .$$

لذا فإن كمية الطلبية الاقتصادية فى هذا النموذج تستهلك فى (١٠) أيام عمل (٢٠٠/٢٠٠٠) والشكل رقم (١١-٥) يوضح ذلك ، فى حين أن نظام (JIT) يسعى إلى تقليص كمية الطلبية بما يكفى أقل فترة ممكنة (الحالة المثالية عندما تكون الطلبية كافية ليوم واحد) ، وبالتالي فإن هذا النظام بقدر ما يحقق الوجبات الصغيرة فى الإنتاج ، فإنه يستخدم ما يمكن تسميته بالطلبات الصغيرة والشكل رقم (١١-٥ ب) يوضح ذلك ، مع ملاحظة مهمة هى أن طلبيات صغيرة متعددة قد تزيد كلف الطلبية السنوية وفق نماذج المخزون ، ولكن وفق (JIT) فإن أسلوب الطلبيات الصغيرة يقترن بخفض كلفة الطلبية الواحدة بشكل كبير من خلال تقليص العمل الورقى الإدارى والمحاسبى الخاص بوضع الطلبية ؛ وكذلك تقليص كلفة نقل الطلبية وذلك باعتماد موردين يقعون على مقربة من المصنع .

الشكل رقم (١١-٥) : كمية الطلبية الاقتصادية والطلبية الصغيرة فى (JIT)



(أ) : كمية الطلبية الاقتصادية (٢٠٠٠) وحدة تكفى لعشرة أيام .

$$\text{متوسط المخزون} = \frac{٢٠٠٠}{٢} = ١٠٠٠ \text{ وحدة .}$$

(ب) : طلبية صغيرة (٢٠٠) تكفى ليوم واحد .

$$\text{متوسط المخزون} = \frac{٢٠٠}{٢} = ١٠٠ \text{ وحدة .}$$

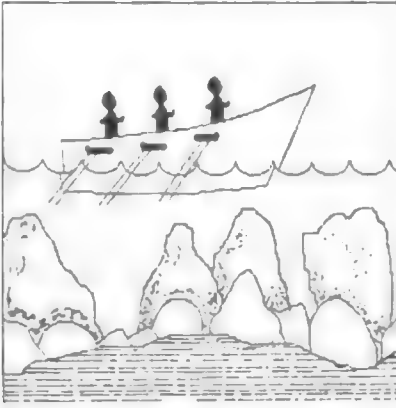
ومن جانب مهم آخر فإن نظام (JIT) يتعامل مع المخزون على أساس جديد فكما يشير (ستيفنسن W.J. Stevenson) فإن للمخزون الأدنى ثلاثة جوانب : جانبان منها يمثلان ميزتين فى (JIT) ، والثالث يعكس حاجة أساسية لهذا النظام ، والميزة الأولى تتمثل فى أن المخزون الأدنى يعنى الاقتصاد بالحيز المكافئ (وهذا الجانب ينظر له بجدية عالية فى اليابان) فى المستودعات وفى نطاق العمل ، إضافة إلى الاقتصاد بالموارد المستثمرة فى المخزون العاطل ، أما الميزة الثانية فهى أكثر حذقاً ، وتمثل جانباً أساسياً فى فلسفة (JIT) : فالمخزون الذى يتسم بكونه مخفف الصدمات يعمل على تغطية المشكلات التى لن تحل أبداً : لأن وجود المخزون يقلل من خطورتها ويمنع بروزها من أجل حلها بشكل نهائى : فالآلة التى تتعطل مرتين أو ثلاث مرات كل يوم (١١-١٥) دقيقة فى كل مرة ، قد تكون بهذه الحالة منذ وقت طويل والإدارة أنشأت مخزوناً احتياطياً (مصدراً) لمعالجة التوقف فى الآلة : مما جعل العامل وكذلك طاقم الصيانة لا يهتمان بإزالة أسباب التوقف والتعطل : بسبب وجود مخفف الصدمات أو المخزون الاحتياطى الذى يقلل من وقع المشكلة . والواقع أن استخدام المخزون كحل فى مثل هذه الحالات يؤدي إلى زيادة حجم المخزون فى حين أن الحل الأفضل هو البحث عن أسبابها لإزالتها .

ولعل التشبيه الطريف (الصخور والمياه) الذى يتحدث عنه اليابانيون يوضح أبعاد هذه الميزة : فالمياه العالية (المخزون بكمية كبيرة) تخفى وتغطفى الصخور الكبيرة (المشكلات الخطيرة فى الإنتاج) ، فى حين أن خفض المياه يؤدي إلى ظهور وانكشاف

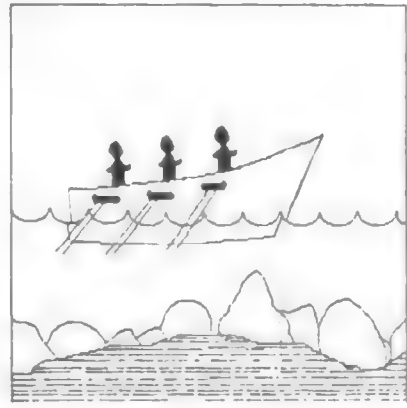


الصخور (المشكلات) ؛ مما يسهل رؤيتها والعمل على معالجتها وإزالتها لتظل الصخور الصغيرة وحدها هى التى يمكن أن تخفيها المياه المنخفضة (التخزين الأدنى) والشكل رقم (١١-٦) يوضح هذا التشبيه .

### الشكل رقم (١١-٦) : المخزون (المياه) والصخور (المشكلات)



مستوى المياه العالى يخفى  
الصخور الكبيرة (المشكلات)



إزالة الصخور الكبيرة عند  
خفض مستوى المياه (المخزون)

أما الجانب الثالث فهو أن المخزون الأدنى يعكس حاجة أساسية فى نظام (JIT) الذى لن يكون قادراً على العمل بكفاءة إلا بعد أن تكون المشكلات الأساسية محلولة ، أى أن المخزون الأدنى هو نفسه نتيجة لحل المشكلات ؛ مما يوصلنا إلى استنتاج مهم هو أن نظام (JIT) الذى يعمل بدون مخزون احتياطى ، يعمل بدون مشكلات أكبر أو أخطر من المستوى الذى يسمح به المخزون الأدنى ، وأن المشكلات الصغيرة والدنيا (التى يمكن أن تظهر مع المخزون الأدنى) توجد عناصر أخرى فى النظام تعمل على معالجتها .

### ثالثاً : أحجام الوجبات الصغيرة

وفق المفاهيم التقليدية فإن الإنتاج بوجبات كبيرة يحقق ميزة تتمثل في خفض كلفة الإعداد ، والحالة المثالية وفق هذه المفاهيم هي إنتاج وجبة كبيرة تغطي السنة كلها ، ولكن هذه الحالة قد تكون متاحة دائماً ، وإزاء هذه الميزة تبرز مشكلات وصعوبات تخلقها وجبات الإنتاج الكبيرة منها : زيادة حجم المخزون ، مشكلات الجودة ، كلف الفحص والتفتيش ، وإعادة العمل تكون أكبر مقارنة بهذه الكلف في الوجبات الصغيرة ، وكذلك الحاجة إلى وقت أطول لانتهاء من الوجبة ؛ مما يحد من المرونة في الجدولة للاستجابة لوجبات أخرى ، وضعف الاستجابة لتحسين المنتج وغيرها .

ومن أجل مواجهة هذه المشكلات والصعوبات فإن نظام (JIT) يقوم على الإنتاج بوجبات صغيرة ، والوجبات الصغيرة تساهم في خفض المخزون ، ولتوضيح ذلك نشير إلى أن هناك طريقتين شائعتين لقياس أداء عملية التشغيل هما : مستويات المخزون تحت التشغيل ، والوقت المستغرق خلال التدفق ، فكلما ازداد حجم الوجبة (وهذا ما يسعى إليه المدخل التقليدي) : يرتفع العمل تحت التشغيل ويزداد الوقت المستغرق خلال التدفق والعكس هو ما يقوم عليه نظام (JIT) ، حيث يكون حجم الوجبة عاملاً أساسياً في تحسين أداء عملية التشغيل إلى جانب عدد مراكز العمل ووقت الدورة (متوسط الوقت المستغرق في حركة المادة المراد تصنيعها في مركز العمل) ، والمثال رقم (١١-١) يوضح كيف أن حجم الوجبة يساهم في خفض مستويات المخزون والوقت المستغرق خلال التدفق .

#### مثال رقم (١١-١) :

تتطلب عملية صنع الجزء (س) خمسة مراكز عمل ، ووقت دورة (٣) دقائق لكل وحدة من المادة في كل مركز عمل ، فماذا سيكون تأثير تخفيض حجم الوجبة من (١٠) وحدات إلى وحدتين على المخزون تحت التشغيل (WIP) والوقت خلال التدفق ؟

الحل :

١- في حالة حجم الوجبة (١٠) وحدات :

متوسط المخزون تحت التشغيل = ٥ (مراكز عمل)  $\times$  ١٠ (وحدة/وجبة) = ٥٠ وحدة من الجزء (س) .

فى حالة حجم الوجبة (٢) وحدة .

متوسط المخزون تحت التشغيل = ٥ (مراكز عمل)  $\times$  ٢ (وحدة/وجبة) = ١٠ وحدات .

٢- فى حالة حجم الوجبة (١٠) وحدات :

الوقت المستغرق خلال التدفق = ٥ (مراكز عمل)  $\times$  ١٠ (وحدة/وجبة)  $\times$  ٢ (دقائق/دورة) = ١٥٠ دقيقة .

حجم الوجبة = (٢) وحدة .

الوقت المستغرق خلال التدفق = ٥ (مراكز عمل)  $\times$  ٢ (وحدة/وجبة)  $\times$  ٢ (دقائق/دورة) = ٢٠ دقيقة .

\* المثال مقتبس من المصدر (E. A dam, Jr. and Ebert, 1993) p.p. 579-580 . انظر مراجع الفصل .

ومن الواضح أن خفض حجم الوجبة الذى يقلص وقت التدفق يكون له أثراً إيجابية مهمة فى عملية الإنتاج : لأنه يساعد على كشف التلف بسرعة أكبر قبل أن تتراكم الوحدات التالفة ، وبالتالي فإن الإنتاج بوجبات صغيرة يحقق المراجعة الفورية ، ويمكن تفسير هذا من خلال خط التجميع التقليدى ، ولنفرض أنه يتكون من ثلاث عمليات ، تنجز فيه العملية الأولى قبل أسبوعين من العملية الثانية التى تنجز هى الأخرى قبل العملية الثالثة بفترة معينة : لهذا فإن أى خلل فى معايير الآلة أو تلف فى المنتج يظهر فى العملية الأولى : فإنه يعنى مشكلتين ، واحدة تتعلق بتأخير تنفيذ الوجبة بعد اكتشاف الخلل أو التلف ، حيث يتم إما إعادة العمل للوحدات التالفة أو تحويلها إلى خردة ، والأخرى هى أن الخلل قد تقادم ومضى عليه أسبوعان ، تغيرت خلالها العملية الأولى لإنتاج منتج آخر ؛ فيكون من الصعب إيجاد أسباب الخلل أو التلف فى أكثر الأحيان . ولكن مع نظام (JIT) والإنتاج بوجبات صغيرة فإن مشكلات من هذا النوع لن تبقى أسبوعين أو حتى يوماً واحداً ، وإنما لفترة أقصر ربما لعدة دقائق تالية . والواقع أن كل عملية متعاقبة فى نظام (JIT) تمثل فحصاً (١٠٠٪) للعمليات السابقة كلها ، وبسبب الوجبات الصغيرة فإن العملية اللاحقة تتم بعد وقت قصير من إنجاز العملية السابقة : مما يكشف الخلل أو التلف بسرعة على افتراض أن العمال فى المرحلة السابقة لم يكشفوا ذلك . ولاشك فى أن أحجام الوجبات الصغيرة تساهم فى جعل نظام (JIT) مصمماً من أجل حل المشكلات وليس إخفاءها أو تفاقمها كما سنبين ذلك فى فقرة لاحقة .

كما أن وجبات الإنتاج الصغيرة خلافاً للوجبات الكبيرة توفر مرونة عالية فى الجدولة : لأنها تساعد على الانتقال إلى وجبة إنتاج أخرى فى فترة أقصر : مما يوفر مرونة أكبر فى الاستجابة للتغير الحاصل فى الطلب فى السوق : مما يجعل نظام (JIT) قادراً على إنتاج ما هو مطلوب مع قدرة عالية على التغير السريع فى الإنتاج حيثما يكون ذلك مطلوباً . إن هذه النقطة توصلنا إلى استنتاج مهم مفاده أن نظام (JIT) هو أكثر ارتباطاً بالسوق وحاجاتها والتغيرات الحاصلة فيها من نظم الإنتاج التقليدية القائمة على الإنتاج بوجبات كبيرة ، حيث إن هذه الوجبات تعنى شراء المواد بكميات كبيرة وزيادة المخزون ، ومثل هذه الكميات تقلص فى مرونة الإدارة فى تغيير المنتج إذا كان المنتج الجديد يتطلب موارد أخرى : لهذا تلجأ الإدارة إلى الانتهاء من الوجبة الكبيرة وموادها ليبدأ بعدها إدخال التحسينات فى المنتج الجديد .

إن استخدام حجوم الوجبات الصغيرة يرتبط فى نظام (JIT) بالانسياب المتماثل أو الإنتاج اليومي بكمية قياسية . إلى جانب أن العمال يقومون بتجميع نفس المنتجات النهائية يومياً ، فمثلاً شركة تويوتا تستخدم دورة تجميع تتألف من تجميع أنواع من السيارات كل يوم فى شهر كامل ، وهكذا فإنها تقوم بتجميع سيارات الطلب عليها هو (١١) ألف سيارة ذات أربعة أبواب (س) و (٤) ألف عربية كبيرة (ع) ، و (٦) ألف عربية صغيرة ذات بابين (ص) . إن جدولة الإنتاج فى مصنع كورولا فى ياكاهاما يمكن أن تكون بتشكيلات قياسية كالآتى : (س ع س ص س ص س ع س ص) ، أو بتشكيلة (س س س س ص ص ص ع ع) ، أو أية تشكيلة أخرى ، وهذه تتكرر باستمرار فى نوبتى عمل كل يوم ، ولأن الجدولة المفضلة تكون لمدة شهر : فإن الدورة تكرر التشكيلة ألفى مرة فى الشهر للإيفاء بالطلب ، وبسبب التكرار فإن العمال يتعودون عليها خلال الشهر بسبب تماثل الانسياب ، ويتم خلال خط كورولا - يوكاهاما تجميع الأجزاء بشكل متماثل من حيث الوقت والموقع وفق نظام جدولة دقيق يدعى (TACTO) . ومن المهم الإشارة إلى أنه لا شئ يتقدم على الجدولة ، وكذلك لا أحد يتخلف عنها ، ففى نظام (JIT) فإن كل عملية يجب أن تكمل فى الوقت المحدد ، وليس هناك عمل يتوفر له مخزون قابل للاستخدام لغرض تسريع أو تبطئ مراكز العمل : لأن كل مركز عمل ينبغى أن يعتمد على مركز العمل اللاحق الذى وفق نظام السحب هو من يحدد الطلب الذى ينبغى أن يفى به مركز العمل السابق بكمية محددة ووقت ومكان محددين ، وهذا ما يساهم فى تحقيقه بكفاءة عالية نظام (JIT) .

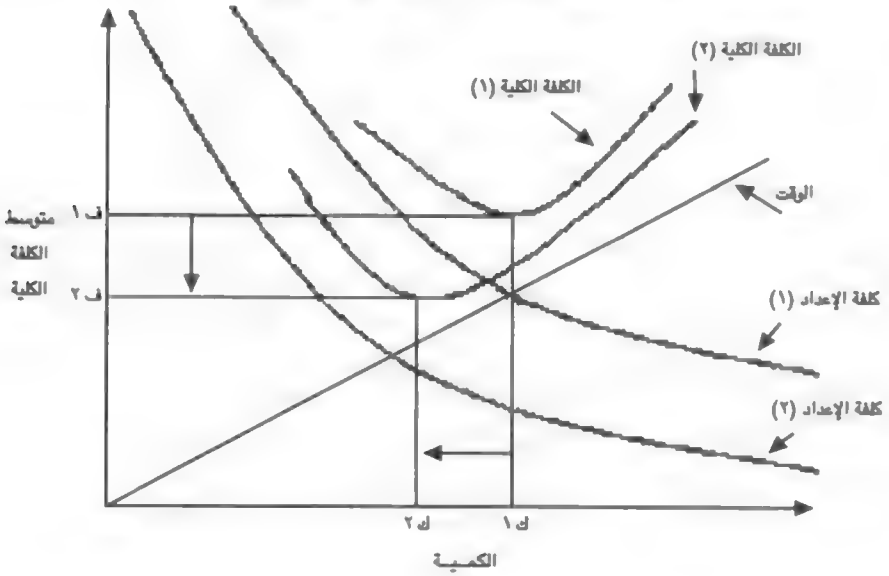
## رابعاً : خفض وقت الإعداد (Reducing Setup Time)

إن الإنتاج بوجبات صغيرة يزيد من عدد فترات الإعداد : لهذا فإن نظام (JIT) يتجه بشكل جدي نحو خفض وقت الإعداد الذي هو وقت إعادة تعديل ومعايرة الآلات من أجل الوجبة الجديدة . ولقد حقق نظام (JIT) في تويوتا تخفيضاً كبيراً في وقت الإعداد بعد أن باشرت تويوتا في بداية السبعينيات حملة واسعة في الشركة لخفض أوقات الإعداد ، وذلك خلال تركيز الجهود لإنتاج وجبة جديدة تتكون من (٨٠٠) طن من أغذية وصفائح السيارات بوقت تهيئة أمدها ساعة واحدة (وهي فترة قصيرة في عملية الإعداد) ، وعبر خمس سنوات تمكنت تويوتا من خفضه إلى (١٢) دقيقة وهو أقل من نظيره الأمريكي بشكل لا يقارن ؛ حيث يبلغ وقت الإعداد في الولايات المتحدة (٦) ساعات أي (٢٠) ضعفاً . وتسعى شركة تويوتا لخفض ذلك الوقت إلى لمسة واحدة أي أقل من دقيقة واحدة .

والواقع أن خفض وقت الإعداد يمكن أن يتم تحقيقه من خلال إعادة تصميم الآلات وتطويرها ، وخير مثال على ذلك تطوير الآلة ذات محاور التدوير المتعددة التي يمكن تدويرها على المحور المطلوب بسهولة وبوقت إعداد قصير مساوٍ لوقت تدوير المحور المطلوب ، كما يمكن خفض وقت الإعداد أيضاً من خلال تغيير التنظيم الداخلي للمصنع ، وذلك باستخدام التنظيم الداخلي على أساس المجموعة ، أو ما يسمى بتكنولوجيا المجاميع ، وقد كشفت دراسة حالة أجريت على عمليات الخراطة أن تكنولوجيا المجاميع خفضت وقت الإعداد من (٢٥،٣٩) ساعة عندما كانت الأجزاء تصنع بشكل منفرد ، إلى (٩،٥) ساعة بعد أن أنتجت تلك الأجزاء في مجموعة عائلية .

ومما لاشك فيه أن خفض وقت الإعداد يعني وبشكل مباشر خفض كلفتها . وأن خفض كلفة الإعداد (وكذلك كلفة الطلبية مع المخزون الأدنى في نماذج المخزون) يؤدي إلى تغير منحنى كلفة الإعداد وتحركه إلى اليمين كما في الشكل رقم (١١-٧) : مما يؤدي بدوره إلى خفض كمية وجبة الإنتاج الاقتصادية ، ومن الشكل رقم (١١-٧) نلاحظ أن كلفة الإعداد تنخفض من المستوى (أ) إلى مستوى (ب) : مما يؤدي إلى خفض مستوى الكلفة الكلية السنوي من (ف١) إلى (ف٢) .

الشكل رقم (١١-٧) : خفض كلفة الإعداد



\* يلاحظ أن كلفة الإعداد تعتمد على الوقت .

### خامساً : جدولة الإنتاج المستقرة (Stable Production Schedule)

كما أشرنا فإن نظام (JIT) يتطلب انسياباً متماثلاً للمنتجات خلال النظام ؛ لإنجاز تداخل ملائم للعمليات المختلفة وحركة هادئة للمواد والأجزاء من المورد عبر العمليات التحويلية إلى المخرجات المطلوبة من الزبائن . ولا بد أن يتم تنسيق العمليات بعناية ؛ لأن النظام يعمل بدون وقت خامل أو بأقل ما يمكن منه ؛ لهذا تتخذ إجراءات عديدة لضمان الانسياب الهادئ بدءاً من إشعار الموردين بمواعيد التسليم بدقة عالية ، واحتساب الاحتياجات في كل فترة في ضوء جدولة رئيسة مستقرة لمواجهة طلبيات كل فترة مع ملاحظة أن طلبيات الطوارئ والمعلقة ليست ملائمة لهذا النظام ، وانتهاءً بشحن المخرجات فور الانتهاء منها .

لا بد من الإشارة إلى أن المخزون في نظم الإنتاج الأخرى هو الذي يمثل عامل

التهدئة فى الإنتاج والطلب : مما يعنى أن كلفة مضافة فى مستوى المخزون سواء كان أكثر من الحاجة أو أقل من الحاجة سيتم تحملها : مما يعنى نقل مشكلات وأعباء الجدول إلى مجال آخر هو المخزون فى المصنع نفسه ، أما فى نظام (JIT) فإن التهدئة تتم فى جدول الإنتاج الرئيسى نفسه الذى يتم على أساس شهرى : ففى كل يوم يجرى القيام بعملية الصنع أو التجميع بنفس الكمية من المنتج كاليوم السابق : مما يخلق طلباً يومياً متماثلاً عبر شبكة المصنع الكلية ، وحيث إن عمليات الإنتاج أو التجميع تتعرض للتغيرات الكثيرة فى وجبات العمل الخاصة بنظام (JIT) حيث لا مخزون أمان وأن كل تأخير فى جزء يوقف الخط كله ، واليابانيون لكى يتجنبوا مشكلات التأخير أو الإنجاز المبكر فى تنفيذ الجدول تبنا مفهوم الأداء - الزائد - الناقص - صفر وفى هذا المفهوم فإن العمال يقومون بإكمال جدول مخطط يومى بدون إخفاق ، فإذا لم يكملوا الجدول فى وقت العمل الاعتيادى : فإن العمال يبقون فى العمل حتى ينجزوا ما هو مطلوب فى اليوم المحدد ، وإذا أكملوا العمل قبل الوقت المحدد : فإنهم يذهبون إلى بيوتهم مبكراً ، وهذا المفهوم يعتمد على ولاء وإخلاص العامل وهو ناجح فى كل الحالات رغم وجود حالات استثنائية فيه .

كما أن الطريقة المتبعة فى نظام (JIT) التى تساعد على ربط الإنتاج بالطلب هى ما يدعى (بتحليل يو - يو Yo-Yo Analysis) ، وهى طريقة لقياس الاحتياجات عند المستويات المختلفة من الطلب وتحويلها إلى احتياجات إنتاج : فالزبون هو نقطة البدء ولأن الزبون لديه احتياجات تختلف من فترة لآخرى : فيجب قياس الاحتياجات عند مستوى الجدول الرئيسى واحتساب التغير لتعديل عملية التجميع (أو الصنع) . إن هذه الطريقة تنطلق من الزبون ليصبح الإنتاج (احتياجاته ومعدله) دالة الطلب وليس العكس ، وبهذا نريد ، وأكثر مما نعرف ماذا يمكن أن نبيع ، وبهذه الشاكلة فإن معدل المبيعات (نقطة البدء فى التحليل) يتحول إلى معدل الإنتاج (وهذا بدوره يساهم فى خفض المخزون لعدم وجود ما لا يباع) .

كما أن تحليل (يو - يو) يساعد على تفهم المرونة فى الجدولة ، فى الوجبات الإنتاجية ، فى العمال متعددى المهارات ، فى العلاقات مع الموردين والبائعين : لهذا فإن ما يتم المحافظة عليه فى الجدول الرئيسى هو معدل ثابت للإنتاج من خلال المحافظة

على وقت الدورة ، ووقت الدورة لا يعنى نفس الشيء الذى يمكن أن يستخدمه المهندس الصناعى : حيث يشير لديه إلى الوقت الذى تأخذه الآلة لإنجاز العملية : لأن وقت الدورة فى (JIT) هو مقياس لمعدل المخرجات وأكثر الاحيان يقاس بمعدل المبيعات : لأن المبدأ فى وقت الدورة هو أن معدل الإنتاج يجب أن يتساوى مع معدل المبيعات .

### سادسا : المصنع البؤرى أو ذو الهدف المركز (Focused Factory)

إن المصطلح (المصنع البؤرى) يستخدم أكثر الأحيان فى اليابان لوصف كينونة أو وحدة الصنع المتكامل : فالمديرون اليابانيون يرون أن هذه الوحدة يجب ألا تتجاوز (٣٠٠) من العاملين (وهذا هو الحجم المفضل لوحدة الصنع فى نظام (JIT) .

لكى نوضح مفهوم المصنع البؤرى : نشير إلى دراسة مهمة نشرها (سكينر W.Skinner) عام ١٩٧٤ تحت عنوان (Focused Factory) فى (Harvard Business Review) : حيث وجّه الأنظار إلى أن المصنع التقليدى يحاول أن يقوم بمهام إنتاجية متعددة ومتعارضة ومزيج إنتاجى واسع غير متجانس موجه لنطاق واسع من الأسواق المتباينة فى إطار سياسات غير متسقة : مما يؤدى إلى بعثرة الجهود وضعف الاتساق فى السياسات والتكنولوجيا والأسواق والمنتجات : فتكون النتيجة هى عدم القدرة على المنافسة بنجاح : لهذا فإن المصنع البؤرى هو البديل الفعال : وذلك لأن سياساته تركز على عملية الصنع الجوهرية الوحيدة ومزيج إنتاجى محدود موجه لمجموعة متجانسة من الزبائن فى نطاق محدد من الأسواق : بما يحول المصنع إلى مجموعة محدودة ومركزة وقابلة للإدارة من المنتجات ، التكنولوجيا ، الحجم ، والأسواق ، والأهم هو أن المصنع يتحول إلى سلاح تنافسى .

من الواضح أن هذه الدراسة فى وقتها كانت تتضمن إشارات واضحة فى تأكيدها على أن المشكلة لا تكمن فى كيف يمكن أن نزيد الإنتاجية وإنما كيف يمكن أن نتنافس ، وهذه الإشارات تشير بوضوح إلى أن الأمريكيين لا يمكن أن يظلوا وحدهم فى القمة فى كل الأوقات كما هو الحال فى فترة ما بعد الحرب العالمية الثانية ، وأن المصنع البؤرى هو الوسيلة الفعالة فى تحقيق أهداف إستراتيجية الصنع (إستراتيجية العمليات) فى إطار إستراتيجية الشركة الشاملة ، ولقد حدد سكينر المفاهيم الأساسية للمصنع البؤرى كالآتى :



أ - وجود طرق متعددة للمنافسة ليس فقط طريقة الإنتاج بكلفة متدنية ، وهذه الطرق مهمة ؛ لأن المنافسة عادة ما توضع على أساس سعري ، فلا بد من الاهتمام بهذه الطرق ؛ لأنها تطور مفهوم المنافسة .

ب - إن المصنع لا يمكن أن يحقق ما هو جيد بكل المقاييس ؛ لأن هذه المقاييس متنوعة ومتعددة فلا يمكن إنجازها بالتساوى ، وعليه يكون من الضروري القيام بمبادلات ملائمة كما هو الحال فى مبادلة الكلفة / الجودة ، دورة توريد قصيرة / استثمار مخزون أدنى ... إلخ ؛ لهذا لابد من وضوح كاف فيما هو جيد فى هذه المبادلات بين الجودة ، الكلفة ، أوقات التوريد ، المعولية ، تغيير جدول الإنتاج ، إدخال منتج جديد أو استثمار أقل .

ج - البساطة والتكرار يولد الكفاءة ؛ فالمصنع البورى يقوم على مفهوم البساطة والتجانس ؛ حيث إن تجانس المهام يولد الكفاءة .

إن النظام (JIT) يقوم بالحقيقة على مفاهيم المصنع البورى ، فبالى جانب أنه نظام لا يعمل إلا فى عملية الصنع المتكرر ، حيث إن خط الإنتاج الذى يستخدم نفس المعدات لإنتاج نفس الأجزاء المستخدمة فى منتجات مختلفة ، يوجد تماثلاً فى المهام يكون أساساً مهماً فى اختيار مجموعة متماثلة من المنتجات التى يتم التركيز عليها من حيث تطوير الخصائص ، والتكنولوجيا المستخدمة ، والحجوم والأسواق . كما أن نظام (JIT) الذى يفضل تطبيقه فى المصنع الذى يستخدم (٣٠٠) عامل ، يتسم أيضاً بمشكلات إدارية وفنية أكثر تجانساً وأسهل معالجة ، والنتيجة هى أن المصنع البورى أكثر كفاءة من حيث الكلفة والكمية والجودة (كما سنوضح ذلك لاحقاً) ؛ ليكون بحق سلاحاً تنافسياً فى البيئة الصناعية الحديثة .

### سابعا : تكنولوجيا المجاميع (Group Technology)

من المعلوم أن هناك شكلين رئيسيين للإنتاج ، الإنتاج المستمر والإنتاج بالوجبة ، وأن تنظيم الإنتاج ألستمر متقدم جداً حيث يتخصص الخط الإنتاجى بمنتج واحد تقوم بإنتاجه آلات متخصصة منظمة وفق التنظيم الداخلى الخطى وهذا التنظيم يتسم بضعف المرونة ، وأن التحسينات المستقبلية تتمثل فى زيادة المرونة فيه بما يمكن من إدخال تغييرات على المنتج بسهولة أكبر .

أما الإنتاج بالوجبة فإن المصنع فيه ينظم وفق التنظيم الداخلى الوظيفى ، ويتم اعتماده فى حالات وجبات الإنتاج الكثيرة لمنتجات متنوعة ؛ حيث إن مسارات الإنتاج المختلفة تنتقل عبرها آلاف الأجزاء مشكلة خريطة معقدة بعضهم أطلق عليها وعاء سباغيتى (Bowl of Spaghetti) والشكل رقم (١١-٨-أ) يوضح التنظيم الداخلى الوظيفى ومسالك الأجزاء الكثيرة خلاله .

ومن أجل معالجة المشكلات التى تواجه كلا الشكلىين (التنظيم الداخلى الخطى والوظيفى) ؛ فإن الجهود كانت تتجه نحو الجمع بين مزايا كلا الشكلىين وتجنب المشكلات الناجمة عنهما . وقد تحقق ذلك فى تكنولوجيا المجمع أو التنظيم الداخلى المجمعى والشكل رقم (١١-٨-ب) يوضح كيف أن تكنولوجيا المجمع تساهم فى إعادة التنظيم وزيادة كفاءة انسياب الأجزاء بيسر وسهولة للأجزاء نفسها الظاهرة فى الشكل (١١-٨-ب) وقد سبق الحديث عن تكنولوجيا المجمع فى الفصل الرابع بشئ من التفصيل .

إن الأساس فى تكنولوجيا المجمع هو تحليل ومقارنة الأجزاء والمنتجات ؛ من أجل تصنيفها فى عائلة منتجات أو أجزاء تتسم بحاجتها لنفس العمليات والآلات والمسار التكنولوجى ، وبما يشكل نمطاً هجيناً يجمع خصائص التنظيم الخطى أو السلعى (انسياب كفاء لكل عائلة أجزاء) ؛ لأن نظام (JIT) يعتمد على الإنتاج بوجبات صغيرة ويعمل بجد من أجل خفض وقت الإعداد ؛ لهذا فإن تكنولوجيا المجمع تمثل أداة أساسية ومهمة للتوصل إلى ذلك بما يحقق كفاءة الإنتاج فى تطبيق (JIT) .

هذه الميزة تحققت فى المصانع اليابانية ؛ ففى الستينيات كانت الولايات المتحدة مشغولة فى نقاشات واسعة حول تكنولوجيا المجمع ، وكان اليابانيون قد سبقوها إلى تبنيها والعمل بمبادئها ؛ مما سهل انتشارها فيما بعد ، ولا بد أن نشير إلى أن تكنولوجيا المجمع فى نظام (JIT) تساهم مساهمة فعالة فى زيادة الإنتاجية ؛ فلقد وجد أن الإنتاجية الصناعية تتأثر بعوامل أساسية وهى كالآتى :

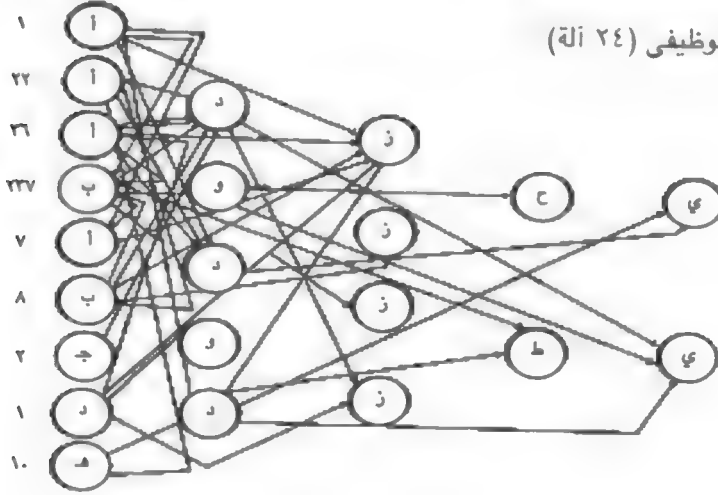
أ - (١٥٪) من زيادة الإنتاجية يمكن أن يعزى إلى التحسينات فى جودة قوة العمل .

ب - (٢٥٪) من زيادة الإنتاجية هى نتيجة لتوفير رأس المال .

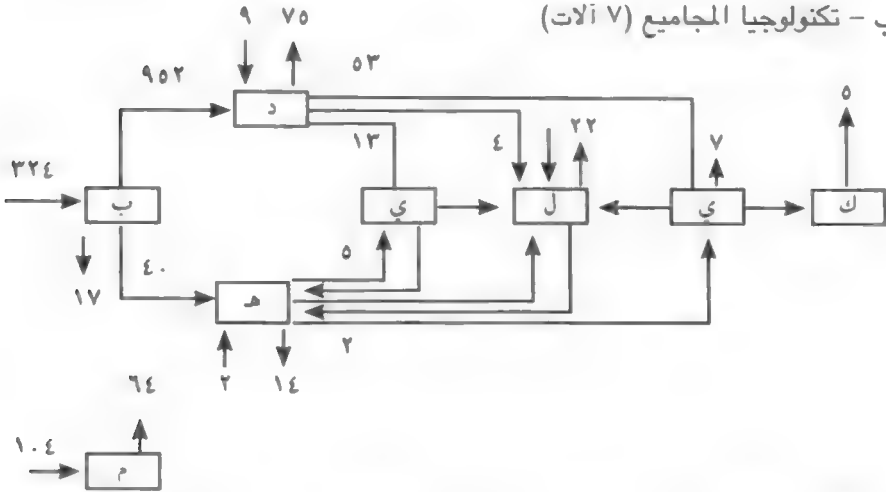
ج - (٦٠٪) من زيادة الإنتاجية هى نتيجة التحسين فى تكنولوجيا الإنتاج ، وضمن هذا العامل ونسبته تأتى مساهمة تكنولوجيا المجمع .

## الشكل رقم (١١-٨) : الانسياب الوظيفي والانسياب حسب تكنولوجيا المجاميع

أ - الانسياب الوظيفي (آلة ٢٤)



ب - تكنولوجيا المجاميع (٧ آلات)



- أ - آلة خراطة الأبراج .  
 ب - آلة خراطة بسيطرة عديدية .  
 ج - خراطة مكانن .  
 د - خراطة دقيقة .  
 هـ - آلة برم بخمسة محاور .  
 و - آلة مسك وتثبيت .  
 ز - آلة طرق عمودية .  
 ح - آلة ثقب دعامات بأربعة محاور .  
 ط - آلة ثقب بالضغط .  
 ي - آلة طرق أفقية .  
 ك - آلة طرق تشكيلية .  
 ل - آلة تنقيب وسداة .

## ثامنا - الصيانة الوقائية (Preventive Maintenance)

حسب المفاهيم التقليدية فإن هناك نوعين من كلف صيانة الأعطال : الأول يتمثل فى كلفة تصليح المعدات أو الآلات العاطلة ، وهذه تشتمل على كلفة العمل ، قطع الغيار وغيرها ، والثانى يتمثل فى كلفة الآثار الناجمة عن العطلات ومن ضمنها كلفة العمل غير المستخدم أثناء العطلات ، الوقت الإضافى المطلوب للإيفاء بالمرجات الجدولة كلفة السمعة للإخفاق بالإيفاء بالطلبات فى مواعيدها ، وغيرها . ولمعالجة مشكلة العطلات : يتم اللجوء إلى مشكلة أخرى هى الاحتفاظ بالمخزون الزائد .

أما فى نظام (JIT) حيث المخزون بالحد الأدنى فإن الأعطال يمكن أن تؤدي إلى نتائج وخيمة : لهذا فإن هذا النظام يعمل على جعل الأعطال بالحد الأدنى : وذلك باستخدام برامج الصيانة الوقائية التى تساعد على الاحتفاظ بالمعدات فى ظروف التشغيل الجيدة واستبدال الأجزاء التى تكون معرضة للعجز والإخفاق . وفى هذا النظام أيضاً فإن قسماً كبيراً من أعمال الصيانة الوقائية يقوم بها عمال الإنتاج : لأنهم أدرى من غيرهم بآلاتهم ويمكن أن يعرفوا بسرعة ومن صوت الآلة هل تعمل بشكل جيد أم لا قبل أن تصل إلى مرحلة حرجية .

إن الصيانة الوقائية تقلص الأعطال ولكن الحالة المثالية هى الأعطال الصفرية ومع أنه لا يمكن تحقيق ذلك ، إلا أن نظام (JIT) يوفر ميزتين فى هذا المجال : الميزة الأولى فى اعتماد مبدأ إيقاف العملية الذى يتجاوز الفكرة التقليدية التى تقوم على أنه (ليس هناك ما هو أكثر هدراً من إيقاف العملية الإنتاجية) إلا أن إيقاف العملية يوفر فرصة كبيرة لتركيز الجهود : من أجل إيجاد سبب المشكلة بسرعة لإزالته ، والميزة الثانية هى أن حدوث الأعطال فى نظام (JIT) يكون مؤشراً لاحقاً على المجال المحتمل للتحسين اللاحق فى المعدات وقطع الغيار وخدمات الصيانة وتدريب العمال فى تجنب مثل هذه الأعطال .

## تاسعا : العمال متعددو المهارات (Multi-Skills Workers)

فى الأنظمة التقليدية ومنذ أن أقرَ (آدم سميث A.Smith) فى القرن الثامن عشر المزايا الثلاث لتقسيم العمل - فإن العامل يدرب عادة على مهارة واحدة وعدد محدود جداً من المهام والعمليات ، كما أنه عندما يعمل فى الإنتاج فإنه لا يعمل فى مهام أخرى كالصيانة أو فحص جودة المواد والمنتجات وغيرها انسجاماً مع مبدأ تقسيم العمل . والواقع أن هذا التوجه فى العمل والإنتاج بقدر ما كان يخلق مشكلات فى العمل جراء ما يحس به العامل من ملل ورتابة وشعور بتفاهة ما يقوم به من أعمال صغيرة : فإنه كان يحرم المصنع من فرص استخدامه فى أعمال ومهام ذات علاقة بعمله فى الإنتاج بعد تدريب محدود كالمهام المتعلقة بالصيانة والتصليحات الصغيرة وفحص وتدقيق الجودة والقيام بإعادة العمل للأجزاء التى أخفق فيها ، وكذلك إجراء بعض التحسينات على الآلة وطرق العمل الخاصة به .

أما فى نظام (JIT) فإن العمال جزء أساسى من النظام نفسه : لأنهم يكلفون بمهام متعددة ، فإلى جانب عملهم الأساسى فهم يدربون على أعمال أخرى يقومون بها عند الحاجة ، وهذه الحاجة قد تكون مثلاً عند غياب بعض العاملين أو عندما يفرض تنظيم العمل أن يقوم العامل بعمليتين يتطلبان أكثر من مهارة واحدة . ولعل التنظيم الداخلى على شكل حرف (U) يُمكن العامل من أن يعمل على أحد طرفى خط الإنتاج (العمل الأول) : ليستدير ليعمل العمل الآخر على نفس المادة ولكن بتعاقب آخر (العمل الثانى) .

ولأن نظام (JIT) لا يحتفظ إلا بالمخزون الأدنى : فإن الأعطال تمثل مشكلة جد ة لابد من معالجتها بأسرع وقت : لإعادة الآلات إلى سير العمل الاعتيادى : لهذا فإن العمال يدربون على القيام ببعض التصليحات الصغيرة وبعض إجراءات الصيانة الوقائية التى تتطلب مهارة محدودة ، ولاشك فى أن تدريب العاملين على القيام بذلك يساعد على تحقيق برنامج الصيانة الوقائية الشامل بشكل فعال ، خاصة أن العامل هو أدرى بالاشتغال الطبيعى لآلته وحاجتها لبعض خدمات الصيانة الوقائية أولاً بأول . وحيث إن نظام (JIT) يعمل على تخفيض وقت الإعداد للآلات فإن العامل يدرب أيضاً

على القيام بتنظيف الآلة وتعديلها وتهيتها وتحميلها ؛ مما يساهم فى تحقيق أهداف النظام فى خفض وقت الإعداد ، كما أن العامل فى نظام (JIT) يكون مسؤولاً عن القيام بإعادة العمل للأجزاء أو المنتجات غير الجيدة . وهذه المسؤولية بقدر ما تجعل العمال أكثر وعياً بما هو خطأ فى الأجزاء التى ينتجونها أو يقومون بتجميعها ، فهى تجعلهم أيضاً أكثر مقاومة لصنع أو تجميع الأجزاء غير الجيدة ، بما فى ذلك طلب تطوير برنامج الصيانة أو تحسين المواد ؛ لأنهم هم أنفسهم عليهم القيام بإعادة العمل . هذا بالإضافة إلى أن العمال فى هذا النظام هم المسؤولون عن الجودة وفحصها وحل مشكلاتها المحدودة ويكلفون بتحسين الإنتاجية والجودة ؛ لهذا كله فإن النمط السائد من العمال فى نظام (JIT) هو نمط العمال متعددى المهارات .

إن تعدد المهارات يمثل بعداً إنسانياً جديداً لمعالجة المشكلات الناجمة عن تقسيم العمل والتخصص فى المدخل التقليدى ، خاصة أنه يساهم فى معالجة مشكلات كثيرة أخذت تظهر فى العمل كالرتابة والتوتر ودوران العمل ومنازعات العمل ومقاومة التغيير من قبل العمال كما هو حاصل فى مقاومة الإدخال المتزايد للأتمتة (Automation) والروبوتية (Robotics) ؛ وذلك لأن تعدد المهارات يمنح العمال مرونة أكبر فى الانتقال من عمل إلى آخر واستبدال مهنهم المنخفضة المهارة والأجر بمهن جديدة أخرى أعلى مهارة وأجرأ ؛ بما يجعل تعدد المهارات مبدلاً ملائماً للتطور التكنولوجى السريع المقترن بإزالة مهن قديمة وتجاوز مهارات منخفضة إلى أخرى جديدة وكفئة .

ولابد من الإشارة إلى أن تعدد المهارات يؤدى عادة إلى المزيد من التدريب وبالتالي زيادة كلفته ، إلا أن هذه الكلفة الإضافية فى التدريب هى أدنى من البدائل الأخرى ؛ فتدريب العمال فى الإنتاج على صيانة معداتهم يؤدى إلى تقليص عدد عمال الصيانة وهذا أكثر اقتصاداً بالكلفة من البديل الآخر فى عمال صيانة أكثر ، كما أن تدريب العمال فى الإنتاج على فحص الجودة مع عدد محدود من العاملين فى قسم الرقابة على الجودة هو أقل كلفة (وأكثر كفاءة أيضاً) من البديل الآخر المتمثل فى عدد كبير من العاملين فى ذلك القسم .

## عاشرا : كانبان : نظام السحب (Kanban :A Pull System)

إن كانبان (Kanban) كلمة يابانية تعنى البطاقة ، وهى مصطلح استخدم من قبل منتجى السيارات ؛ ليشير إلى نظام يقوم على أساس جديد هو نظام السحب ، ففى دورة الإنتاج التقليدية فإن العامل عندما ينتهى من معالجة جزء من الأجزاء يقوم بدفعه إلى العملية اللاحقة بغض النظر عن كون العامل فى العملية اللاحقة جاهزاً أم غير جاهز لاستلام ذلك الجزء ، وكان هذا واحداً من أسباب زيادة المخزون تحت الصنع .

أما فى نظام السحب (كانبان) فإن الجزء الذى تمت معالجته يسحب من العملية السابقة فقط عندما يكون مطلوباً ، والعامل فى العملية اللاحقة يطلب الجزء المعنى فى الوقت المحدد ، ومن الممكن أن يتأخر قليلاً فى حدود معينة (تؤخذ بالاعتبار عادة فى احتساب السعة الإنتاجية) إذا تجاوز العامل تلك الحدود ؛ فهذا يعنى أن هناك مشكلة جدية لابد من إيقاف الخط من أجل تركيز الجهود لمعالجتها وإعادة سيرها إلى حالتها الطبيعية بأسرع وقت . وكما نلاحظ فإن الدفع والسحب هما نظامان فى عملية الإنتاج ؛ فنظام الدفع يتحرك العمل فيه مدفوعاً بالإنتاج ، فى حين أن نظام السحب يكون العمل مسحوباً بالطلب بدءاً من ميناء الشحن أو المورد مروراً بعمليات الصنع وصولاً إلى سحب المنتجات من أجل شحنها إلى الزبائن .

إن كانبان قد أدخل فى شركة تويوتا عام ١٩٥٢م ، وهو معروف فى العالم بنظام بطاقات السحب اليدوى . وكانبان عبارة عن نظام يدوى للسيطرة الفعالة على المخزون يتألف من البطاقات والصناديق القياسية . والبطاقات نوعان هما : كانبان الإنتاج (Production Kanban) وكانبان الحركة أو السحب (Move or Withdrawal Kanban) . وكانبان أو بطاقة الإنتاج تتضمن كل المعلومات الخاصة بالإنتاج المطلوب : رقم البطاقة ، رقم الجزء ، كمية الأجزاء فى الصندوق ، رقم الصندوق ، أين ينتج الجزء ، وأين يستخدم الجزء . كما أن بطاقة الإنتاج تجيز إنتاج عدد الأجزاء أو الوحدات المطلوبة ووضعها فى صندوق محدد الحجم . وكانبان أو بطاقة الحركة تجيز حركة الصناديق من مخرجات محطة العمل السابقة إلى مدخلات محطة العمل اللاحقة .

وفى الممارسة هناك نظامان شائعان لكانبان هما : كانبان البطاقتين و كانبان البطاقة الواحدة : ففى نظام البطاقتين (Two-Card Kanban) هناك بطاقة النقل أو الحركة وبطاقة الإنتاج : الأولى تمثل الطلب وتجيز نقل المواد من مركز عمل التوريد إلى مركز العمل المستخدم لها ، والثانية (كانبان الإنتاج) تجيز الإنتاج للمواد والأجزاء ، وتحل محل بطاقة النقل عند البدء بالإنتاج . والمواد تنقل وتنتج فى صناديق ، ولكل مادة فى عملية الإنتاج هناك صناديق ملائمة وعدد محدد من الصناديق ، حيث كل صندوق يتضمن بيوتاً أو خانات لعدد محدد من المواد ، وبهذه الطريقة يتم السيطرة على الإنتاج والمخزون فى المصنع بصرياً .

وعند خفض عدد البطاقات المستخدمة بين مركزى عمل متفاعلين أو مترابطين : فإن المدخل الصفرى للمخزون يمكن أن يتحقق : لهذا فإن الإنتاج بدون مخزون هو السمة الرئيسية لنظام السحب فى التخطيط والسيطرة .

أما كانبان البطاقة الواحدة (Single Card Kanban) فإن هناك فقط بطاقة النقل أو الحركة بدون بطاقة أو كانبان الإنتاج . وإن شركة تويوتا والعديد من الشركات تستخدم نظام البطاقتين فى حين نجد أن شركات كثيرة أخرى تستخدم نظام البطاقة الواحدة . وفى هذا النظام فإن الصندوق الذى يحتوى على المواد الخارجة من مركز العمل لا يجوز تحريكه إلا عند وضع بطاقة النقل أو الحركة ، وعند وضع هذه البطاقة يتم تحريكه إلى مركز العمل اللاحق الذى عند الوصول إليه تكون هناك حاجة إلى المواد التى فى الصندوق ، فيتم نزع البطاقة : ليصبح بمثابة مدخلات جديدة لهذا المركز وبعد الانتهاء من المواد توضع فى الصندوق ، لتكون مواد خارجة لا يمكن تحريكها لمركز العمل اللاحق إلا بعد وضع كانبان أو بطاقة النقل أو الحركة ، وهكذا تستمر السيطرة على الإنتاج والعمل تحت التشغيل (WIP) بين مراكز العمل .

أما الصناديق فإنها تكون ذات مواصفات خاصة حيث يتم لكل نوع من الأجزاء استخدام الصناديق المصممة له حسب مواصفات الجزء والكمية الأدنى المطلوبة من ذلك الجزء الذى ينتج خلال كل فترة ، كما أن الجزء يحفظ فى الصندوق بما يمنع تضرره ويسهل مناولته : فالصندوق فيه مساحات مقسمة لحفظ كل جزء تشبه (كارتوناً) أو حامل البيض ، كما أن امتلاء الصندوق يكون بسعة قياسية تلغى الحاجة إلى إحصاء وعد محتوياته وتقلص العمل المحاسبى من خلال الكمية القياسية .



إن عدد الصناديق المستخدمة فى محطات العمل يعتمد على معدل الطلب وحجم الصندوق والوقت المطلوب لإكمال الصندوق دورة كاملة ، ويتم احتساب العدد الكلى للصناديق وفق الصيغة الآتية :

$$ن = \frac{ط \times و}{ج}$$

حيث ن = العدد الكلى للصناديق .

ط = معدل الطلب المخطط فى مركز العمل .

و = معدل المخرجات لإكمال الصندوق دورة كاملة (الصندوق يملأ، يتحرك ، ويعاد ليملاً ثانية) .

ج = حجم الصندوق بدلالة عدد الأجزاء (عادة ما يكون أقل من ١٠٪ من الطلب اليومى) .

ومن أجل تطبيق الصيغة : لنفرض أن الطلب عند مركز العمل اللاحق هو وحدتان فى الدقيقة ، وأن الصندوق القياسى يحتوى (٢٥) وحدة ، فإذا كان إكمال دورة كاملة من مركز العمل (أ) إلى مركز العمل (ب) والعودة ثانية إلى مركز العمل (أ) يتطلب (١٠٠) دقيقة ، ما هو عدد الصناديق المطلوبة فى هذه الحالة ؟

ولاحتساب ذلك فإن :

$$ن = \frac{١٠٠ \times ٢}{٢٥} = ٨ \text{ صناديق} .$$

من هذا المثال يتبين أن المخزون الأقصى يساوى جميع الصناديق فى حالة الامتلاء أى أن :

$$\text{المخزون الأقصى} = ٢٥ \times ٨ = ٢٠٠ \text{ وحدة} .$$

كما يظهر من هذا المثال أيضاً أن المخزون الأقصى يمكن خفضه بتقليص حجم الصندوق أو عدد الصناديق المستخدمة أو من خلال خفض الوقت المطلوب لدورة الصندوق بضمنها وقت إعداد الآلة ، الإطلاق والانتظار ، والحركة حيث إن الدورة الأصغر تقلص فترة حياة المخزون تحت التشغيل . وهناك قواعد قليلة بسيطة يجب أن تراعى فى عمل نظام كانبان هى :

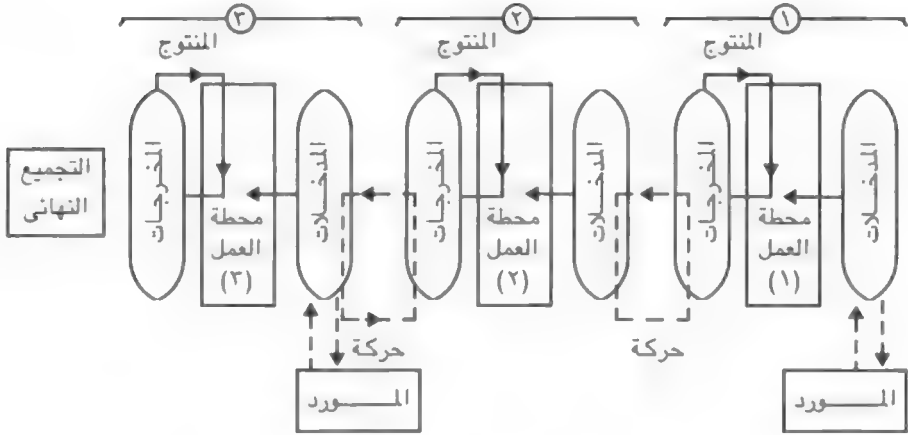
أ - لا يمكن إنتاج الجزء بدون كانبان أو بطاقة الإنتاج التى تجيز ذلك (فى نظام البطاقتين طبعاً) .

ب - يجب أن تكون هناك بطاقة كانبان فى كل صندوق .

ج - إن الأجزاء يجب أن توضع فى الصناديق القياسية الخاصة بها ، وكل صندوق يجب أن يكون مملوءاً عند تحريكه .

ومن أجل توضيح نظام كانبان وكيفية عمله ، فإن الشكل رقم (١١-٩) يوضح انسياب العمل أو المواد فى خط تجميع مكون من ثلاث محطات عمل ؛ حيث إن انسياب المواد فى خط التجميع يتم بمساعدة بطاقات كانبان ؛ فمحطة العمل (١) عندما تنتهى من العمل على الوجبة الصغيرة يمتلأ الصندوق بالأجزاء ؛ فيتحرك إلى الخلف فى الوقت المحدد صندوق فارغ مع بطاقة السحب (أو الحركة) من محطة العمل (٢) إلى محطة العمل (١) ، حيث يتم نقل بطاقة السحب من الصندوق الفارغ إلى الصندوق الممتلئ ؛ ليتم فى هذا الوقت المحدد حسب جدول الإنتاج اليومى انتقال الصندوق الممتلئ إلى محطة العمل (٢) ، وانتقال الصندوق الفارغ إلى الخلف من موقع مخرجات محطة العمل (١) إلى منطقة التسليم أو موقع مدخلات محطة العمل (١) . وهكذا يستمر العمل ، حيث إن بطاقة الإنتاج فى الصندوق الفارغ تعنى الترخيص بإنتاج صندوق جديد ، كما أن الصندوق الممتلئ فى موقع مدخلات محطة العمل (٢) يبدأ العمل عليه فور دخوله لوجود طلب عليه . ويلاحظ من هذا التوضيح أن نظام السحب يبدأ من النهاية ، أى من مركز التجميع النهائى رجوعاً إلى البداية بما يحقق أمرين أساسيين : الأول أن الطلب يسحب الإنتاج ، والثانى أن الإنتاج الذى يجاز إنتاجه ببطاقة الإنتاج لا ينقل أو يدفع إلى محطة العمل الثانية إلا بعد أن ترد بطاقة الحركة التى تمثل الطلب عليه . إن نظام كانبان (وهو نظام فرعى فى JIT) كما يلاحظ عبارة عن نظام يدوى - بصرى يعتمد على ملاحظة الصناديق فى حالتى الامتلاء والفراغ والبطاقات ، كما أنه نظام بسيط إلا أن بساطته بقدر ما تكشف عن قوته وكفاءته فإنها تكشف عن مزايا بيئة العمل اليابانية التى تتسم بالروح التعاونية بين العمال أنفسهم وبينهم وبين الإدارة وكذلك مع الموردين ، وكما يقول (ستيفنسن W.J.Stevenson) فإن اليابانيين ناجحون فى هذه النقطة بسبب الثقافة اليابانية بوصفها ميزة فى الإدارة الناجحة فى المنظمات الحديثة خلافاً للمفاهيم التقليدية القائمة على روح المنافسة والعداء بين أطراف عملية الإنتاج .

الشكل رقم (١١-٩) : نظام كانبان



### أحد عشر : الشراء في نظام الوقت المحدد

الشراء وظيفة مهمة في المنظمة الحديثة ، والأداء الرديء لوظيفة الشراء يعنى علاقة غير جيدة مع المورد أو الموردين ، طلبيات متأخرة ، الحاجة إلى تفاوض مستمر على الكمية والسعر والمواعيد ، الحاجة إلى استلام وفحص واختبار للمواد المشتراة ، عمل ورقى إدارى أكبر ، والأهم مخزون أكبر سواء فى الطريق أو فى المصنع . وهذه هى مظاهر وخصائص وظيفة الشراء فى المدخل التقليدى ، فى حين أن نظام (JIT) يمثل مدخلاً فعالاً : من أجل تطوير وظيفة الشراء للتخلص من هذه المظاهر السلبية التى تمثل أشكالاً للهدر يجب التخلص منها .

إن الشراء فى نظام (JIT) يقوم على تطوير علاقات طويلة الأمد مع الموردين ، بما يساعد على جعل التوريد بكميات صغيرة ومتكررة (بما يكفى يوماً واحداً وأحياناً أقل من يوم) وضمن هذه العلاقة تقديم المساعدة للموردين من أجل تبنى نظام (JIT) . إن أهداف الشراء فى نظام (JIT) تتمثل فيما يأتى :

**أ - إزالة الأنشطة غير الضرورية :** إن الأنشطة التقليدية مثل الاستلام والفحص للمواد المشتراة و تخزينها قبل الاستخدام غير ضرورية فى (JIT) . فعند الاختيار الجيد للموردين المعول عليهم : فإن المواد المشتراة يمكن أن تستلم بدون إجراءات العد والحساب والفحص والاختبار . ولكى تقوم وظيفة الشراء بهذا العمل بشكل جيد : فإنها بحاجة إلى تعاون ودعم الأقسام الأخرى : فقسم الإنتاج يمكن أن يساهم بتقديم جداول إنتاج مستقرة ودقيقة ، وقسم الشؤون المالية يمكن أن يساهم بتقديم بعض التسهيلات للموردين : لضمان تعاونهم وتطوير التزامهم وفق عقود طويلة الأمد معهم .

**ب - إلغاء المخزون فى المصنع :** فعلياً ليس هناك حاجة ضرورية لمخزون المواد الأولية : إذا كانت هذه المواد تقى بمواصفات الجودة (Quality) ومجهزة بالمكان والوقت المحددين وبالكميات الصغيرة المطلوبة . إن مخزون المواد الأولية يكون ضرورياً فقط إذا كان هناك سبب للاعتقاد بأن المورد لايمكن الاعتماد عليه . وفى نظام (JIT) فإن اختيار الموردين الموثوقين وتطوير علاقات متبادلة قوية يمهد لإلغاء الحاجة إلى المخزون .

**ج - إلغاء المخزون الانتقالي :** إن المخزون الانتقالي (Intranist Inventory) أحد أنواع المخزون المهمة : لأنه يمثل نسبة كبيرة من مجموع المخزون فى الشركة ، فمثلاً تقدر شركة جنرال موتورز (GM) أن المخزون الانتقالي يمثل فى أى وقت أكثر من نصف مخزونها ، أما نظام (JIT) فيعمل على خفض المخزون الانتقالي من خلال اختيار الموردين القريبين من المصنع : حيث إن الأقصر فى انسياب المواد يكون أقل مخزوناً . والشكل رقم (١١-١٠) يوضح هذه الحقيقة فكلما كان المورد بعيداً من الناحية الجغرافية : فإن هذا يؤدى إلى إطالة وقت التوريد (Lead Time) كما فى الحالة (أ) : مما يزيد المخزون الانتقالي بمقدار فترة التوريد مضرورية بمعدل الاستهلاك . أما فى الحالة (ب) فتوضح ما يعمل من أجله نظام (JIT) بتقليص المخزون الانتقالي باختيار المورد القريب الذى يؤدى إلى بتقليص وقت التوريد ، وبالتالي تقليص المخزون الانتقالي .

## الشكل رقم (١١-١٠) : المخزون الانتقالى فى حالتين

الحالة (ب) : المورد قريب

٢٠٠٠ وحدة

فترة التوريد = يومان

معدل الاستهلاك = ١٠٠٠ وحدة

المخزون الانتقالى = ٢٠٠٠ وحدة

الحالة (ا) : المورد بعيد

٥٠٠٠ وحدة

فترة التوريد = ٥ أيام

معدل الاستهلاك = ١٠٠٠ وحدة

المخزون الانتقالى لتغطية فترة التوريد = ٥٠٠٠ وحدة

د - تحسين الجودة والاعتمادية : هذا الهدف نتيجة طبيعية للعلاقات الجيدة والموثوقة مع الموردين ، ولاهمية وظيفة الجودة وموقعها المتميز فى التجربة اليابانية ولعلاقتها القوية بنظام (JIT) ولدورها الكبير فى تفسير وتوضيح أبعاد التفوق اليابانى ؛ فإننا سنفرد لها ملحفاً خاصاً بها تابعاً للفصل الرابع عشر الذى يحمل عنوان الجودة .

إن هذه الأهداف الخاصة بوظيفة الشراء فى نظام (JIT) تكشف عن خصائص جديدة فى هذه الوظيفة ، وفى مقدمة هذه الخصائص العلاقة الجديدة مع الموردين ، فبدلاً من علاقة التضاد والتعارض حيث التنافس على السعر بين المصنع والمورد يعبر عن تنافس المصالح وليس شراكة المصالح فى المدخل التقليدى ، هذا بالإضافة إلى أن المصانع كانت تميل إلى الشراء بكميات كبيرة ؛ لتحقيق مزايا اقتصادية فى النقل وفى خصم الكمية فتكون نتيجة ذلك مخزوناً أكبر مع مرونة أقل فى الاستجابة للتغير فى الطلب على المنتجات إذا كان التغير يتمثل فى انخفاض الطلب ؛ لأن مخزون المواد والأجزاء يجبر على الاستمرار بإنتاج المنتج نفسه .

ومع نظام (JIT) فإن فلسفته تقوم على تطوير علاقة فعالة مع الموردين تستند إلى شراكة المصالح ليساهموا فى هذا النظام من خلال تبنى الإنتاج والتوريد بوجبات صغيرة ، وهذا يجب ألا يفهم على نحو خاطئ بأن المخزون سيتم الاحتفاظ به عند المورد بدلاً من المنتج كما أشرنا ؛ لأن نظام (JIT) يستلزم قيام المورد بجدولة إنتاجه وفق احتياجات المنتج مع احتفاظه هو الآخر بالمخزون بالحد الأدنى . ومن جهة أخرى

فإن الموردين يتحملون جزءاً من مسؤولية الإنتاج ؛ لأنهم مطالبون بتوريد المواد والأجزاء ذات الجودة العالية وكميات صغيرة وفترات محددة بدقة ؛ لتجنب مشكلات إعادة الشحن والتأخير وإعادة الفحص لدى المنتج التى لا تضيف قيمة ؛ لهذا فإن العلاقة الجديدة تتضمن قيام الشركة بتدريب الموردين على مفاهيم نظام (JIT) والتعاون معهم لتبسيط عمليات إنتاجهم ؛ لتؤدى إلى التوريد بكميات صغيرة متكررة بشكل أسهل وأكثر انسيابية ، وبهذه الطريقة يكون الموردون جزءاً من نظام (JIT) .

وتظل مسألة مهمة أخرى هى تقليص عدد الموردين قدر الإمكان ؛ ليسهل التعاون معهم فى هذا النظام مع مراعاة أن يكونوا قريبين من مصانع الشركة لخفض كلف النقل ، ولعل شركة تويوتا تقدم نموذجاً فى هذا المجال حيث يبلغ عدد الموردين الذين تتعامل معهم (٢٥٠) مورداً مقارنةً بشركة جنرال موتورز الأمريكية التى تتعامل مع أكثر من (٣٥٠٠) مورد ، وأخيراً فإن الجدول رقم (١١-١١) يوضح خصائص وظيفة الشراء فى نظام (JIT) .

#### الجدول رقم (١١-١١) : خصائص الشراء فى نظام (JIT)

الخصائص	الفقرات
<p>أ - عدد أقل من الموردين .</p> <p>ب - الموردون قريبون .</p> <p>ج - تكرار الأعمال مع نفس الموردين .</p> <p>د - استخدام التحليل الفعال لتمكين الموردين المرغوبين ليكونوا ذوى سعر تنافسى .</p> <p>هـ - العمل على جمع الموردين البعيدين .</p> <p>و - العطاءات التنافسية على الأغلب محددة بالأجزاء الجديدة .</p> <p>ز - المصنع المشتري يقوم بالتكامل العمودى .</p> <p>ح - المصنع يعمل على توسيع الشراء فى نظام (JIT) إلى مورديهم .</p>	١ - الموردون

## تابع - جدول (١١-١١) خصائص الشراء فى نظام (JIT)

٢ - الكميات	<p>أ - معدل المخرجات ثابت (شرط مرغوب) .</p> <p>ب - التوريد متكرر بكميات صغيرة .</p> <p>ج - اتفاقات بعقود طويلة الأمد .</p> <p>د - العمل الورقى بالحد الأدنى .</p> <p>هـ - كميات التوريد متغيرة من طلبية لأخرى ولكنها ثابتة فى المدى الزمنى للعقد .</p> <p>و - الفائض أو النقص فى الطلبات المستلمة يكون محدوداً أو غير مسموح .</p> <p>ز - تشجيع الموردين للتغليف بالكميات المحددة .</p> <p>ح - تشجيع الموردين لخفض حجم وجبات الإنتاج (و تخزين المواد غير المطلوبة) .</p>
٣ - الجودة	<p>أ - الحد الأدنى من مواصفات المنتج المفروضة على المورد .</p> <p>ب - مساعدة الموردين للإيفاء بمتطلبات الجودة .</p> <p>ج - العلاقة الحميمة بين العاملين فى ضمان الجودة لدى الموردين والمشتريين .</p> <p>د - تشجيع الموردين لاستخدام مخططات السيطرة على العملية بدلاً من فحص المعاينة للجودة .</p>
٤ - الشحن	<p>أ - جدولة الشحن المتجه .</p> <p>ب - تحقيق الرقابة من خلال الشحن الخاص بالشركة ، الشحن بعقود ، المستودعات بعقود لدمج الشحن بالمخزن بدلاً من استخدام الشحن العام .</p>

## اثنا عشر : الجدولة بدون سعة التحميل الزائد (Scheduling Without Overload Capacity)

إن عمال الإنتاج فى نظام (JIT) لديهم واجبات إضافية للصيانة الوقائية لآلات إنتاجهم ، مثل : فحص إنتاجهم ، إعادة العمل للأجزاء التالفة الخاصة بهم ، القيام بتهيئة الآلات ، ومسؤولية الرقابة على الإنتاج ، كل هذه الواجبات ينبغى أن تؤخذ بالاعتبار عند تحديد سعة المصنع ومن الضروري عدم تحميله فوق طاقته أبداً .

إن الإغراء بإضافة خمس دقائق أخرى إلى وقت الإنتاج على حساب وقت الصيانة يجب أن يقاوم ، وكذلك الحال فى أى تقليص غير مبرر لوقت الأعمال الأخرى ، وهذا يتطلب مستوى جديداً من الوعى الإدارى : إذ من الصعب للعديد من مديري الإنتاج

وضع جدولة مخططة تكون دون مستوى السعة أو عدم المحاولة فى التحميل الزائد للعمال . ولابد من التأكيد على أن نظام (JIT) يعمل فى ظروف الجدول المستقر التى تراعى كل الحالات الضرورية التى تؤثر على تنفيذ جداول الإنتاج .

### ثلاثة عشر : حل المشكلات (Problems Solving)

إن المشكلة فى المفهوم التقليدى هى عائق فى العمل من الضرورى تجنبه ، وليس بالضرورة إزالته ، أما فى نظام (JIT) فإن المطلوب هو البحث عن المشكلات وحلها : لكى لا تتكرر ، وبسبب هذا التوجه فإن المشكلة لا تكون عائقاً فقط ، وإنما مصدراً محتملاً للتطوير والتحسين ، وهذه النظرة الإيجابية هى التى تجعل نظام (JIT) كما أشرنا مهماً لحل المشكلات وليس لإخفانها . والواقع أن خفض المخزون إلى الحد الأدنى (أى العمل بدون مخزون احتياطى مجمد يمكن استخدامه عند ظهور المشكلات) هو الذى يساهم فى جعل نظام (JIT) فعالاً فى حل المشكلات .

والسمة الأخرى فى حل المشكلات هى المعالجة السريعة لهذه المشكلات : فالشركات اليابانية مثلاً تستخدم النظام الضوئى للمشكلات البارزة ، وهذا النظام يدعى فى اليابان (أندون Andon) حيث إن كل محطة عمل مزودة بثلاثة أضواء : الضوء الأخضر منها يعنى "عدم وجود مشكلة" ، والضوء الكهرمانى يعنى أن العامل يتخلف بمقدار ضئيل" ، والضوء الأحمر يؤشر إلى "مشكلة خطيرة" ، ويساعد النظام الضوئى على تعرف الآخرين (العمال والمشرفين) على سير العمل وحدث المشكلات ، ولابد من التأكيد على أن هناك عوامل أساسية تساهم فى جعل حل المشكلات فعالاً وهى :

- أ - تشجيع العمال على التصريح بالمشكلات وعدم إخفانها من أجل المساهمة فى حلها .
- ب - مبدأ إيقاف العملية من أجل إتاحة الفرصة الكاملة والسريعة : لحشد جميع الجهود لحل المشكلات وإعادة النظام لسير العمل الاعتيادى .
- ج - استخدام دوائر الجودة لتوليد الحلول الفعالة للمشكلات مهما كانت صغيرة إضافة إلى توليد التحسينات المستمرة : لتكون نهاية المشكلة بداية لتحسينات مضافة وجديدة لاحقاً .



د - الاعتراف بالمساهمات والإنجازات فى حل المشكلات وعند إدخال التحسينات والتسجيل الدقيق للإنجازات بأسماء أصحابها بما فى ذلك تعليق صورهم فى لوحات عند مدخل الشركة فى نشراتها . فى هذه الأجواء يصبح العمل محفزاً وموجهاً نحو حل المشكلات ، كما تصبح المبادرات أساساً فى التطوير لكل شىء بدءاً من أصغر الأشياء وأبسطها إلى أكبرها وأعقدها . والواقع أن هذا الأسلوب هو الذى ينسجم مع الإستراتيجيات الحديثة فى إدارة العمليات التى أصبحت تواجه التحدى المعاصر فى سرعة التطورات العلمية والتقنية فى جميع مجالات العمل .

### أربعة عشر : تصميم الجودة

إن الكثير من المختصين اليابانيين والأمريكيين على حد سواء يعتقد أن أحد المصادر الأساسية للنجاح الصناعى اليابانى يعود إلى مدخل الجودة ، ولعل فى مقدمة عوامل القوة فى ذلك السيطرة على المخزون من خلال نظام (JIT) : لأنه بقدر ما يقلل من المخزون إلى الحد الأدنى والتخلص من مصدر أساسى لمشكلات الجودة فى التلف والتقادم : فإنه يضمن مشاركة كبيرة للعمال فى الفحص والتدقيق للجودة من محطة لأخرى مع إمكانية إيقاف الخط الإنتاجى عند أية مشكلة جدية فى الجودة . كما أن نظام (JIT) يهتم بالجودة عند المصدر بدءاً من المصدر الأول ، أى الموردين ، حيث المطلوب منهم مواد وإجراء بمواصفات الجودة محددة ودقيقة ، وعند المصدر الثانى أى العمال الذين يدرّبون على جودة المواد والأجزاء والفحص لهما قبل الإدخال (عند مدخلات محطة العمل) وبعد الانتهاء أيضاً (عند مخرجات محطة العمل) ، ولكى يتمكن العمال من القيام بذلك : ولا بد من تصميم المنتج القياسى وطرق العمل القياسية لضمان الجودة بمستوى عالٍ (من أجل المزيد من الاطلاع انظر الملحق (١) فى الفصل الرابع عشر) .

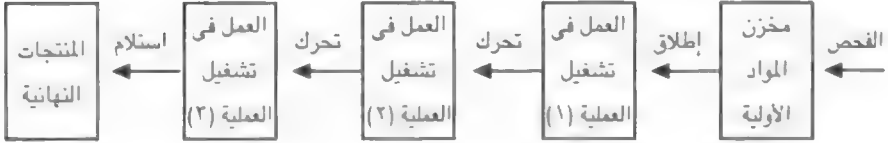
بعد هذا العرض الوافى لخصائص وعناصر نظام (JIT) لابد من التأكيد على أن هذه العناصر تعمل معاً كمجموعة متساندة ومتكاملة من أجل نظام جديد وفعال فى إدارة العمليات ، وأن التجارب الكثيرة كشفت إمكانية الاستفادة من هذه العناصر كلاً أو جزءاً فى التطبيق .

## خمسـة عشر : محاسبة الكلفة فى نظام الوقت المحدد

إن المعالجة الفعالة التى يقدمها (JIT) لخفض المخزون وصولاً إلى المخزون الصفرى لابد من أن تنعكس على محاسبة الكلفة ، وهذا ما أكدته تطبيقات نظام (JIT) فى شركة (Hewlett - Packard) الأمريكية التى طبقت نظام (JIT) بنجاح ؛ فنظام المحاسبة المستخدمة فى شركة (HP) للأقسام التى تتبع (JIT) يمكن ملاحظتها ببساطة من خلال الشكل رقم (١١ - ١٢) الذى يقارن نظام محاسبة الشركة التى تستخدم (JIT) مع نظام محاسبة تقليدى لتصنيع الوجبة ؛ ففى ظل نظام (JIT) لا يستخدم التمييز بين المواد الأولية والعمل فى التشغيل (مواد تحت الصنع) وتستبدل بالموارد فى التشغيل (Resource In - Process) ورمزها (RIP) ، كما يلاحظ من الشكل أن المواد تأتى من الميناء إلى الإنتاج دون الحاجة إلى مخزن المواد الأولية ؛ لهذا فإن حسابات المخزن تزول وتلغى ، وكذلك حساب العمل تحت التشغيل (المواد خلال سلسلة العمليات) ، ويتم التسجيل المحاسبى فقط للمواد عند الإدخال وعند الإخراج كمنتجات نهائية . والواقع أن الإدارة فى نظام (JIT) تضطر للسؤال : هل من الضرورى تعقب الكلف التفصيلية خطوة بخطوة من المواد إلى العمل فى التشغيل وحتى المنتج النهائى ، والاجابة فى نظام (JIT) أن التعقيب المادى للوحدات يكون ضرورياً أما تعقب الكلفة بواسطة أوامر العمل فلا يكون كذلك . وبالتالي فإن أية كلفة داخلية عند بداية الفترة سيعاد ظهورها منتجات نهائية عند نهاية الفترة دون الحاجة إلى إظهارها فى المراحل الوسيطة فى متابعة محاسبية لا مبرر لها . وكما يقول (هورنجرين C.T. Horngren) فإن الجوانب الجديدة فى نظام محاسبة (JIT) فى شركة (HP) هى : غياب حساب المخزن المنفصل ، غياب أوامر العمل أو التعقب التفصيلى للمواد الأولية والعمل المباشر خلال سلسلة العملية ، وإن هذا الجانب يولد التعليق الآتى : 'مرحباً - وداعاً' للمخازن والعمل فى التشغيل ، وكذلك محاسبة المخازن والعمل فى التشغيل .

## الشكل رقم (١١-١٢) : محاسبة الكلفة التقليدية وفى نظام (JIT)

أ - محاسبة الكلفة التقليدية :



ب - محاسبة الكلفة فى (JIT) :



## ١١-٥ - نظام الوقت المحدد فى قطاع الخدمات :

أشرنا فى ملاحظة سابقة إلى أن نظام (JIT) يستخدم فى عمليات التصنيع المتكرر ، وأن الدراسات الكثيرة التى تناولت هذا النظام تحدث عند تطبيقاته فى القطاع الصناعى ، فماذا عن تطبيقات هذا النظام فى قطاع الخدمات ؟ وهل يمكن الاستفادة منه فى الخدمات لرفع كفاءة الأداء لتحسين جودة الخدمات مثلما يمكن الاستفادة منه فى قطاع الصناعة لزيادة الإنتاجية وتحسين الجودة ؟

والواقع أن هذه الأسئلة مهمة : لأن قطاع الخدمات الذى أصبح هو القطاع الأول فى الدول المتقدمة والقطاع الواسع فى الدول الثامنة يعانى من نقص كبير فى الكفاءة ، وأن الاهتمام المتزايد فى الفترة الأخيرة فى هذا القطاع ينصب على تطوير مفاهيمه وأساليبه التى يمكن أن تساهم فى رفع كفاءته الإدارية والتشغيلية ، ويمثل نظام (JIT) أحد المجالات الأساسية التى تؤدى إلى ذلك ، وخاصة فى بعض مجالات الخدمة التى تكون ملائمة لتطبيق هذا النظام .

إن مصفوفة الخدمة التى سبق عرضها فى الفصل الأول تكشف عن الأنواع الملائمة من الخدمات لهذا النظام كالخدمات الشبيهة بالتصنيع والخدمات السريعة ، وكما يقول (كراجوسكى ورتزمان Krajewski and Ritzman) فإن بينات الخدمة تكون أكثر ترشيحاً لتطبيق نظام (JIT) إذا كانت عملياتها متكررة والخدمات تقوم بحجم كبير نسبياً وتعالج مواد ملموسة مثل : الوجبات ، الصكوك ، الفاتورات ، والرسائل ، ويمكن إضافة خدمات أخرى مثل النقل والخدمات المخزنية وخدمات التعليم وغسل السيارات وخدمات غرفة العمليات وفى المقابل : فإن خدمات الحجم الصغير مثل الحلاقة والتشخيص الطبى وغيرها التى تتطلب مشاركة كبيرة (غير قياسية) من الزبون (لأنه جزء أساسى من تقديم الخدمة ، يكون تطبيق (JIT) صعباً وغير كفء فيها .

إن مجالات الاستفادة من نظام (JIT) فى الخدمات تتمثل فى تحسين الخدمة حيث يمثل هذا النظام مدخلاً مهماً لتطوير الخدمات بشكل مستمر فى الأنشطة الاستشارية والإدارية والمحاسبية ، كما أن تخفيض المخزون الذى يحققه هذا النظام فى الصناعة يمكن الاستفادة منه فى الخدمات بتقليص عدد العاملين الذين يقومون بعملية معينة أو سلسلة من العمليات ، ولعل أكثر مفاهيم (JIT) أهمية فى هذا المجال هو الاقتراب من الزبون والعلاقات التى يجب تطويرها معه : لكى تكون الخدمات المقدمة هى ما يحتاج إليه الزبون فعلاً فى الخدمات الواسعة والشبيهة بالتصنيع ، إضافة إلى تطوير العاملين وخط الخدمة الأول وتنويع مهاراتهم : ليكون أكثر كفاءة فى تقديم الخدمة وسرعة الاستجابة لحاجات الزبون ، وهذا ما يعتبر فى الوقت الحاضر هو الضمانة فى نجاح الشركات الخدمية .

## ١١-٦- مزايا تطبيق نظام الوقت المحدد :

إن الأمثلة الكثيرة التى قدمها (شونبيرجر R.J.Schonberger) تكشف عن مزايا كبيرة ومتنوعة يمكن تحقيقها بتطبيق عناصر ومكونات نظام (JIT) ، ومن ذلك نذكر ثلاثة نماذج على سبيل المثال :

أ - الاقتصاد بالمخزون : حيث استطاعت شركة (Hewlett Packard) خفض المخزون أو العمل فى التشغيل (WIP) من (٢٢) يوماً كمخزون متاح إلى يوم واحد .

ب - تخفيض وقت التوريد والحركة حيث استطاعت شركة (Omark) فى أونتاريو ، تخفيض وقت التوريد من (٢١) يوماً إلى يوم واحد ، وتقليص مسافة التدفق من (٢٦٢٠) قدماً إلى (١٧٣) قدماً .

ج - التحسينات المتعددة : حيث استطاعت شركة جنرال إلكتريك خفض وقت توريد عمل أحواض الغسالات من (٦) أيام إلى (١٨) ساعة ، ومخزون المواد الأولية والمواد تحت التشغيل بأكثر من النصف ، والخردة وإعادة العمل بنسبة (٥١٪) ، ونداءات الخدمة الميدانية بنسبة (٥٣٪) .

أما الشركات اليابانية ، فإنها كشفت عن مزايا كثيرة نشير فى هذا الصدد إلى نتائج تطبيق هذا النظام على جدولة الإنتاج لآلات الديزل اليابانية ، فخلال خمس سنوات أدى تطبيق النظام إلى خفض الفترة التى يغطيها المخزون من (٨١) يوماً عام ١٩٧٥م إلى (٢٩) يوماً فى ١٩٨٠ - ١٩٨١م ، وازداد مؤشر مخرجات العامل خلال هذه الفترة على التوالى من (١٠٠٪) إلى (١٩١٪) ، كما انخفضت تكلفة الآلات ما بين (٣٨-٥٦٪) ، ومعدلات التلف ما بين (٤٤-٨٢٪) ، وتغير خط الإنتاج (لغرض التنوع فى المنتجات) بمعدل يتراوح بين (٢-١٤) مرة بالمقارنة مع الجدول قبل تطبيق نظام (JIT) .

كما كشفت دراسة أخرى مزايا التطبيق فى الشركات الأمريكية والبريطانية بتفصيل أكبر ؛ لتكشف عن مجالات التميز والتفوق التى يمكن أن يتمتع بها نظام (JIT) ، والجدول رقم (١١-١٣) يوضح هذه المجالات والمزايا والفوائد المتحققة .

جدول رقم (١١-١٣) : نتائج تطبيق نظام (JIT) فى عدد من الشركات

الشركات		الخصائص	
الأمريكية (%) البريطانية (%)			
٦٤.٣	٨٣.٣	- تخفيض وقت الإعداد	الأهداف الرئيسية لنظام (JIT)
٦٩.٣	٨٣.٣	- تطوير التنظيم الداخلى	
٣٥.٧	١٦.٧	- استخدام آلات صغيرة	
٤٣.٤	٨٣.٦	- استخدام عاملين متعددى المهارات والمهن	
٥٧.١	٦٦.٧١	- برنامج تدريب شامل	
٥٨.٧	٦٦.٧١	- استخدام نظام كانبان	
٢٨.٦	٥٠.٠	- تحسين الجودة	الفوائد المتحققة من تطبيق (JIT)
٣٥.٧	١٦.٧	- زيادة الإنتاجية	
٦٩.٣	٥٠.٠	- زيادة كفاءة الشركة	
٥٠.٠	٢٣.٣	- تحسين تصميم المنتج	
٢٨.٦	١٦.٧	- تحسين الموقع التنافسى	
٧١.٤	٥٠.٠	- تخفيض المخزون	
٣٥.٧	٢٣.٣	- تخفيض فترات التوريد	
٥٧.١	-	- تقليص المساحة	
١٤.٣	٦٦.٧	- تقليل تكلفة البيع	
٢١.٩	٢٣.٣	- تقليص العمل الورقى	

١١-٧- إمكانية الاستفادة من نظام الوقت المحدد :

إن الاستفادة من مفاهيم وعناصر (JIT) من قبل الإدارة والشركات العربية قد لا يكون الهدف منها تحقيق موقع تنافسى كما هو الحال فى هدف الشركات الكبرى فى الدول الصناعية المتقدمة ، إلا أن الهدف قد يكون فى تحسين استغلال الموارد

وتحقيق كفاءة أعلى من خلال تحسين الجودة ورفع الإنتاجية وخفض تكلفة المخزون ووقت دورة الإنتاج وتنوع المنتجات وغيرها .

ولاريب فى أن تطبيق نظام (JIT) الذى من الممكن تطبيقه كلياً أو جزئياً ، يتطلب تشخيصاً دقيقاً وتقييماً موضوعياً لبيئة التطبيق بالنسبة للشركات العربية ، خاصة أن هذه البيئة لازالت تعاني من ضعف تطبيق المفاهيم والمبادئ والأساليب التقليدية وأن حسابات الكفاءة والفاعلية لازالت متدنية بشكل كبير : مما يخلق أسباباً ومبررات داخلية قوية : من أجل التغيير والتحول نحو الأنظمة والأساليب الحديثة .

إن الشركات العربية رغم تجاربها الكثيرة والطويلة فى تطبيق أنظمة التكنولوجيا الحديثة وأنظمة إدارة الإنتاج : فإن اهتمامها لازال محدوداً بنظام (JIT) رغم أهميته . ففى دراسة أجريت على (٥١) شركة سعودية تعمل فى المنطقة الشرقية : ظهر أن هذا النظام هو الأقل استخداماً فى الرقابة على المواد والإنتاج بالمقارنة مع الأتمتة وأنظمة التصنيع المتكامل (CIM) وإدارة الجودة الشاملة (TQM) .

ومع ذلك فإن قسماً مهماً من الشركات العربية الحديثة فى القطاعين العام والأهلى تمتلك المواصفات الأساسية للشركات الحديثة من حيث الوظائف الإدارية والوحدات التنظيمية والوظيفية والأساليب العلمية فى الإدارة والتنظيم : مما يجعل هذه الشركات هى المجال الأكثر ملاءمة للاستفادة من تطبيق هذا النظام ، ومن أجل جعل هذا التطبيق فعالاً وأكثر قدرة على تحقيق الفوائد المرجوة نشير إلى العقبات المحتملة التى لابد من الاهتمام بها وتذليلها تمهيداً للتطبيق :

أولاً : موقف الإدارة العليا : من المحتمل أن تكون بعض الإدارات العليا غير مهتمة بتطبيق النظام ، إما بسبب ضعف الاطلاع أو ضعف الوعي الإدارى أو النقص الذى تعاني منه شركاتنا العربية فى سيادة الرؤية القصيرة الأمد (رؤية الفرصة السانحة) وتغليبها على الرؤية الطويلة الأمد ، والواقع أن تطبيق نظام (JIT) يمثل تغييراً جذرياً وقوياً لمفاهيم وأساليب الإدارة فى إطار نظرة طويلة الأمد تتدرج فى عناصر ومكوناتها حتى تغطي الشركة كلها .

ثانياً : العلاقات المضطربة : هذه العلاقات قد تكون هادئة وطبيعية من الناحية الشكلية بين أطراف العملية الإنتاجية إلا أنها فى الحقيقة ليست كذلك ، وأن فترات الأزمات الاقتصادية توضح ذلك . وهذه العلاقات تتمثل بعلاقات الادارة - العمال ، الإدارة - الموردين ، والإدارة - الموزعين - الزبائن . ولاشك فى أن نظام (JIT) يتطلب قدراً من علاقات التعاون المستقرة والتفاهم المتبادل القائم على شراكة المصالح وليس تعارضها : لهذا فإن العلاقات المضطربة تمثل عقبة حقيقية فى هذا المجال .

ثالثاً : تعدد مصادر الهدر فى عملية الإنتاج : لقد كشف نظام (JIT) وتطبيقاته عن وجود مصادر عديدة للهدر ، وقد لخص (شينجو S. Shingo) سبعة مصادر للهدر ، وهذا المصادر هى :

أ - الهدر فى الإنتاج الزائد : تتم إزالته من خلال خفض فترة الإعداد ، تزامن الكميات المنتجة ، التوقيت بين العمليات ، دمج التنظيم الداخلى ، الجدوى وغيرها فى إطار الصنع لما هو مطلوب الآن .

ب - الهدر فى الانتظار : إزالته من خلال تزامن العمل و توازن التحميلات من خلال العمال المرنين والآلات المرنة .

ج - الهدر النقل : إزالته من خلال إنشاء ترتيبات داخلية تساعد على إلغاء النقل والمناولة غير الضروريين قدر الإمكان بعدد تحسين طرق وأساليب النقل والمناولة التى لا يمكن إزالتها .

د - الهدر فى المعالجة نفسها : ذلك بإزالة أية عملية إنتاجية يمكن إلغاؤها ، والتوقف عن إنتاج أى جزء غير ضرورى ، والعمل على توسيع التفكير الإنتاجى إلى ما بعد اقتصاديات الحجم والسرعة .

هـ - الهدر فى المخزون : إزالته بالعمل على خفض المخزون من خلال تقليص فترة الإعداد ، وفترة التوريد عن طريق تزامن تدفقات العمل وتحسين مهارات العاملين ، وكذلك من خلال تهدئة التذبذبات فى الطلب على المنتج ، كما أن إزالة مصادر الهدر الأخرى تؤدي إلى خفض المخزون .

و - الهدر فى الحركة : إزالته من خلال دراسة الحركة لتحقيق الاقتصاد والاتساق : فالاقتصاد بالحركة يحسن الإنتاجية والاتساق يحسن النوعية .



ز - الهدر فى صنع المنتجات التالية : إزالته من خلال تحسين عمليات الإنتاج وتنظيمها للوقاية من التلف .

لاشك فى أن الجودة المتدنية تمثل هدراً كبيراً فى الموارد ، وأن إزالة هذا الهدر يمثل الهدف الأساسى لنظام (JIT) : لذا فإن الاهتمام بوعى الجودة واعتبارها فى المرتبة الأولى ، وبأنها مسؤولية الجميع وإيجاد حوافز الجودة (على مستوى البلد والقطاع والشركة والقسم) يمثل ضرورة لابد منها فى الفترة الحالية : حيث إن ظروف المنافسة تعتمد فى ميزتها التنافسية على الجودة العالية إلى جانب العوامل الأخرى .

رابعاً : التخصص الزائد فى العمال والآلات : مزايا تقسيم العمل الزائد لم تعد تحظى بالاهتمام الكبير فى المصانع الحديثة ، ليس فقط بسبب المشكلات الإنسانية الناجمة عنه فى الملل والرتابة والاعتراب وغيرها ، وإنما أيضاً بسبب عدم المرونة التى لا تمكن من الاستجابة للتغيرات السريعة فى الإنتاج والسوق ؛ لهذا فإن التوجه العام فى المصانع الحديثة يتمثل فى تحقيق المزيد من المرونة ، من خلال تعدد مهارات العامل وإغناء وتوسيع العمل . إن نظام (JIT) يعتمد على نمط العمال متعددى المهارات ؛ وكذلك خط الإنتاج الذى يقوم بإنتاج عائلة من المنتجات (تكنولوجيا المجمع) ؛ لهذا فإن الشركات العربية بحاجة إلى الاهتمام بهذا التوجه المستقبل ، فبعد فترة طويلة من الاهتمام باقتصاديات الحجم بدأ الاهتمام يتزايد ، وأسماه (جولدهار J.Goldhar) اقتصاديات النطاق الذى أشار فيه إلى أن من الأكفأ أن تنتج نفس المعدات مجموعة متنوعة من المنتجات ، وهذا التوجه يتكامل مع توسيع وتعميق برامج التدريب باتجاه مجموعة المهن بدلاً من المهنة الواحدة ؛ من أجل إشاعة نمط العمال متعددى المهارات فى المصانع العربية ، وهو النمط المطلوب من العمال فى نظام (JIT) .

خامساً : وعى الجودة : لازالت الجودة فى المصانع والأسواق العربية لا تحتل الأولوية الأعلى ، وقد يعود إلى النقص (الكمى) فى السلع والخدمات ؛ مما يجعل الجودة فى الكثير من الأسواق العربية ليست بالأهمية التى تحتلها فى دول

كثيرة ، وبخاصة فى الدول المتقدمة . كما أن ضعف الوعى بالجودة قد يكون هو السبب الأكثر تأثيراً ؛ لأنه فى أحيان كثيرة قد تكون السوق العربية تتسم بالتنظيم والنضوج ، إلا أننا نجد الجودة فى المنتجات الوطنية ليست بالمستوى المطلوب . والواقع أن وعى الجودة بقدر ما هو ضرورة على مستوى العاملين فى الشركة وعلى جميع المستويات ؛ فإنه ضرورة أيضاً على مستوى زبائن الشركة الذين يجب على الشركة أن أكثر شفافية وانفتاحاً عليهم ؛ لأنهم سيمثلون مصدراً أساسياً للتطوير المستمر لمفاهيم وأساليب ومنتجات الشركة . لا بد أن تكون أكثر اقتراباً من السوق ، وأن تولى السوق والزبائن اهتماماً يمكنها من أن تمتلك آلية مهمة لمتابعة التطورات الحاصلة فيه .

سادساً : النظرة السلبية للمشكلات : إن المشكلة هى نقص أو ضعف أو عقبة فى العمل ، ومهما كانت المشكلة صغيرة وضئيلة ؛ فإنها تشكل عقبة غير مرغوبة فى العمل ؛ لهذا لا بد من إزالتها . وقد تكون النظرة السلبية الشائعة فى الكثير من مصانعنا العربية هى أن المشكلة مادامت صغيرة وغير متفاقمة فمن الممكن التعايش معها ؛ فالآلة التى قد تتوقف (عشر دقائق) كل يوم أو كل يومين ليست مشكلة كبيرة ، والعامل الذى يتأخر عن العمل لفترة وجيزة ، وعدم نقل المنتج النهائى من موقع العمل فى أوقات محددة وغيرها الكثير أمور مألوفة . والواقع أن هذه الحالة قد تكون سبباً فى إشاعة نمط متساهل من التعامل ونظرة سلبية إلى المشكلات واعتبارها جزءاً لا يتجزأ من موقع العمل ، بما يجعل هذه المصانع ضحية لمظاهر مختلفة من قانون ميرفى (Murphy's Law) . حيث الأخطاء يمكن أن تستمر بالظهور لمرات ومرات جراء هذه النظرة السلبية للمشكلات والقبول بالتعايش معها .

إن هذه العقبات التى تعاني منها المصانع العربية بهذا القدر أو ذلك لا يمكن أن تقف حائلاً دون الاستفادة من المفاهيم والأساليب الجديدة التى جاء بها نظام (JIT) ، بل إنها على العكس لا بد من أن تكون دافعاً قوياً للإدارة العربية سواء فى هذه المصانع ، أو فى مراكز البحوث الإدارية والتطوير الإدارى والجامعات والمعاهد المعنية بالتنمية الإدارية ؛ من أجل العمل الدؤوب لإزالتها والحد من آثارها لتهيئة المستلزمات الضرورية للتطبيق الناجح والفعال لهذا النظام .

## الأسئلة :

- ١ - قارن بين إنتاج الوقت المحدد (JIT) وإنتاج الحالة المحددة (JIC) .
- ٢ - ماهى الأسباب الأساسية التى أدت إلى ظهور نظام الوقت المحدد فى اليابان قبل غيرها ؟
- ٣ - قارن بين ثلاثة تعريفات قدمت لنظام الوقت المحدد ، وماهى الأسباب التى أدت إلى اختلاف المختصين فى إدارة العمليات فى تعريف هذا النظام .
- ٤ - صف الأهداف الصغرى السبعة لنظام الوقت المحدد .
- ٥ - ماذا نعنى بالآتى :
  - أ - المفهوم الغربى للقيمة المضافة .
  - ب - الموارد الدنيا المطلقة .
  - ج - نظام أندون .
  - د - تحليل يو - يو .
- ٦ - قارن بين نظام السحب ونظام الدفع وما هى مزايا كل منهما ؟
- ٧ - وضح لماذا يعتبر المخزون مصدر الشرور فى نظام الإنتاج .
- ٨ - كيف يمكن تفسير عدم اعتماد نظام الوقت المحدد على نماذج المخزون فى تحديد كمية الطلبية الاقتصادية ؟
- ٩ - ما هو تأثير تخفيض حجم الوجبة على المخزون تحت التشغيل والوقت المستغرق فى التشغيل ؟
- ١٠ - ما هو تأثير تقليص وقت الإعداد لوجبة الإنتاج على كلفة الإعداد الكلية السنوية ؟
- ١١ - ماذا نعنى بما يأتى : المصنع البؤرى ، تكنولوجيا المجاميع ، والعمال متعددي المهارات ؟
- ١٢ - كيف يمكن توضيح نظام السحب فى نظام كانبان ؟
- ١٣ - ما هى المزايا التى يمكن أن يحققها نظام الوقت المحدد ؟
- ١٤ - ما هى أهم العقبات المتوقعة عند تطبيق نظام الوقت المحدد فى الشركات الصناعية العربية ؟
- ١٥ - ما هى الخصائص الأساسية للشركة الخدمية من أجل تطبيق نظام الوقت المحدد ؟

## المراجع :

## أولا - الكتب :

- ١ - وليم . ج أوشى "النموذج الياباني فى الإدارة : نظرية Z" ترجمة حسن محمد يسن ، الرياض ، مطابع معهد الإدارة ، ١٩٨٥ م .
- ٢ - ر. ت . باسكال وأ . ج أثوس "فن الإدارة اليابانية" ترجمة حسن محمد يسن ، الرياض ، مطابع معهد الإدارة ، ١٩٨٦ م .
- (3) E. Adam Jr., and R. J. Ebert, Production and Operations Management, Printice - Hall of India Private Lmd, New Delhi. 1993 .
- (4) D. Bain, The Productivity Prospective, McGraw Hill-Book Co. New York. 1982.
- (5) E. S. Buffa, Modern Production Management, John Willy and Sons New York 1973.
- (6) T. C. Cheng, Just-In-Time Manufacturing : An Introduction, Champan & Hall Inc. London, 1993 .
- (7) D. Delmar, Operations and Industrial Management, McGraw Hill-Book Co. New York. 1982 .
- (8) G. A. B. Edwards, Reading in Group Technology, Machinery Publishing Co. London.
- (9) C. A. Gallagher and W. A. Knight Group Technology Production Methods in Manufacturing, Ellis Horwood Publishers , Chinchester. 1986 .
- (10) E. J. Hay, The Just-In Time Breakthrough, John Willy and Sons New York 1988.
- (11) J. Hiezer and B. Render, Production and Operations Management, Allan and Bacon, Inc. Boston. 1993.
- (12) Ch. T. Horngren and G. Foster, Cost Accounting : A Managerial Emphasis, Printice-Hall International, Inc. UK. 1987 .
- (13) J. M. Ivancevich et al., Management : Principles and Functions, Irwin, Home-wood Boston. 1989.
- (14) J. Krajewski and B. Ritzman, Operations Management : Strategy and Analysis, Addison Wesley Publishing Co. Reading, Massachusette 1996 .
- (15) J. G. Monks, Operations Management : Theory and Problems, McGraw Hill-Book Co. New York. 1982 .

- (16) R. Peterson and E. A. Silver, Decision System for Inventory and Production Planning, John Willy and Sons, New York 1973.
- (17) R. J. Schonberger, Japanese Manufacturing Techniques : Nine Hidden Lessons in Simplicity, Free Press. New York . 1982.
- (18) R. G. Schroeder, Operations Management McGraw Hill-Book Co. New York. 1993.
- (19) M. K. Starr, Managing Production and Operations, Printice-Hall, cliffs New Jersey. 1989.
- (20) W. J. Stevenson, Production and Operations Management Irwin, Homewood. Boston 1990.

## ثانيا - الدوريات :

- (1) A.Andijani, S.Selim, The Practice of Production Control Techniques in the Manufacturing Sectors in the prvince of Saudi Arabic, International Journal of production Economics, 43, 1996.
- (2) L. B. Crosby, The Just-In Time Manufacturing Process : Control of Quality Production and Inventory Management, 4th Quarter, 1984.
- (3) D. O. Nellemann and L. F. Smith, JIT Vs Just-In-Case System Production and Inventory Management ,2nd Quarter, 1984 .
- (4) R. G. Schroeder, JIT Hits American Industry But Not Without Drawbacks, Purchasing, September II.
- (5) W. Skinner, The Focused Factory, HBR May-June, 1974 .
- (6) P. H. Zipkin, Does Manufacturing Need a JIT Revolution ? HBR. Jan-Feb 1991.

## الفصل الثامن عشر : تكنولوجيا الإنتاج المثلى

- ١٢ - ١ - المدخل .
- ١٢ - ٢ - نظام تكنولوجيا الإنتاج المثلى .
- ١٢ - ٣ - التمييز بين الاختناق واللاختناق .
- ١٢ - ٤ - قواعد تكنولوجيا الإنتاج المثلى .
- ١٢ - ٥ - محاسبة الكلفة وتقييم الأداء :
  - أولاً : مقياس الكفاءة .
  - ثانياً : التحميل المتوازن للمصنع .
  - ثالثاً : ظاهرة عصا الهوكى .
- ١٢ - ٦ - معالجة الاختناق فى تكنولوجيا الإنتاج المثلى .
- ١٢ - ٧ - برمجية تكنولوجيا الإنتاج المثلى .
- ١٢ - ٨ - مزايا وعيوب تكنولوجيا الإنتاج المثلى .
- ١٢ - ٩ - المقارنة بين (OPT) و (MRP) و (JIT) .
- الأسئلة .
- المراجع .



## ١٢-١- المدخل :

إن تكنولوجيا الإنتاج المثلى (Optimized Production Technology) نظام حديث لجدولة الإنتاج حسب الطلب أو الوجبة في حالة الإنتاج المتكرر والمتنوع ؛ مما يتطلب جدولة مستمرة لمنتجات مختلفة وبوجبات متباينة يتم أداؤها في عمليات ومراكز عمل عديدة . وهو نظام حاسوبية يستخدم برمجيات خاصة به تساعد على إنجاز عمليات النظام الأساسية حسب البيانات الخاصة بكل مصنع والتي تمثل مدخلات النظام عند تطبيقه . وقد طور جولدرات (E.Goldratt) تكنولوجيا الإنتاج المثلى ورمزها المختصر والمعروف هو (OPT) ، وهو نظام ملكية حيث لا زال يطبق مع المحافظة على الخوارزمية السرية (Secret Algorithm) للنظام ؛ مما يجعله غير متاح للاستخدام العام . كما أن المعلومات عن عمله ونتائجه محدودة ؛ لهذا فإن المقارنات التفصيلية عن أدائه مع الأنظمة الأخرى غير متاحة ، رغم أن هذه المقارنة ذات أهمية كبيرة ؛ لأن (OPT) قد اعتبره (روبرت فوكس R.E.Fox) بمثابة الإجابة من أجل أمريكا في مواجهة نظام الوقت المحدد ، وبشكل خاص نظام كانبان الياباني في تخطيط وجدولة الإنتاج ، ولأنه أيضاً يمثل لدى البعض الجدة في بعض المفاهيم والبراعة في معالجة مشكلات التخطيط والجدولة في أنماط الإنتاج المعقدة (حسب الطلب والوجبة) وتحقق الأمثلية في استغلال الموارد . ومع ذلك فإن المتاح من تطبيقات (OPT) لا يساعد على إجراء مقارنات حقيقية مع الأنظمة المستخدمة في هذا المجال . وبالأخص نظام تخطيط الموارد الصناعية (MRP) ونظام الوقت المحدد (JIT) .

لأبد من تقديم ملاحظة مهمة في هذا المجال تتمثل في قلة المصادر المنشورة عن نظام (OPT) ، وليس أدل على هذا من أن الكتب المنهجية في إدارة العمليات (باللغة الإنجليزية) لازالت تقدم نبذة تعريفية مختصرة جداً عن هذا النظام مع استثناءات محددة جداً ، منها كتاب جيمى براون وزملائه (J.Browne, et al.) بعنوان : أنظمة إدارة الإنتاج عام ١٩٨٨م والذي تضمن فصلين عن هذا النظام ، أما الدوريات فقد اشتملت على عدد من الدراسات والمقالات التي ركزت على بعض جوانب النظام



ومقارنته مع الأنظمة الأخرى على مستوى المفاهيم وأساليب معالجة مشكلات التخطيط والجدولة ، وليس على مستوى نتائج التطبيق . ورغم أن خوارزمية النظام سرية ، وأن استخدامها يعتمد على برمجيات النظام : فإن ما تم نشره عن (OPT) يؤكد إمكانية التطبيق والاستفادة من هذا النظام حتى فى حالة عدم استخدام الحاسبة ، وهذا ما سنقوم به فى هذا الفصل حيث سنعرض المفاهيم والأساليب التى تمثل آلية عمل هذا النظام .

ولابد من الإشارة إلى أن هناك وجهتى نظر حيال (OPT) وما يمثل من إمكانيات ووعود فى جدولة الإنتاج بين المختصين بإدارة الإنتاج هما :

الأولى : ترى أن عصر الأمثلية فى الإنتاج قد بدا مع الحاسبة بما يمكن من تحقيق أقصى كفاءة فى الإنتاج من حيث الكم (الاعتمادية والكلفة) ، ومن حيث الخصائص الأكثر استجابة لحاجات الزبائن والمرونة والجودة ، وأن نظام (OPT) هو واحد من النظم التى تعد بتحقيق الأمثلية فى جدولة الإنتاج المعقدة : لأنه فى المحصلة النهائية يؤدي إلى الكفاءة الأعلى فى استغلال الموارد ، وبالتالي تحقيق مخرجات أكبر ، مخزون أقل ، ونفقات تشغيلية أدنى ، ووفق دعاة هذه النظرة فإن (OPT) يحقق الجدولة المثلى : وهذا ما يجعله مصدراً قوياً لتحقيق الميزة التنافسية التى تساعد الشركات على منافسة الشركات الأخرى التى تتبع أنظمة الإنتاج الأخرى .

الثانية : ترى أنه رغم كل المزايا فى (OPT) بوصفه يقدم مفاهيم ومعالجة جديدة تساهم فى تحسين الجدولة ، إلا أنه قد يمثل سراباً آخر ، فكما تبين فيما بعد أن حملة تخطيط الاحتياجات من الموارد فى السبعينيات لم تنجح وتعالى الدعوات فى بداية الثمانينيات إلى ضرورة حماية أداء الثمانينيات من تدنى أداء السبعينيات : فقد تعالت من جديد الدعوات لحماية الأداء من حملة (OPT) بعد حين ، وإن كان (OPT) سيحتاج فترة أطول : لأن تجربتنا عنه لازالت محدودة بسبب الخوارزمية السرية : مما يبقى (OPT) لفترة أخرى كما يقال قصة غير مسرودة يصعب البت فيها بسهولة .

## ١٢-٢- نظام تكنولوجيا الإنتاج المثلى :

فى البدء هناك ملاحظتان تردان على تسمية تكنولوجيا الإنتاج المثلى وهما ، أولاً : أن كلمة (Optimized) تعنى المثلى ، وهذا المصطلح له معنى علمى محكم ، ولكن نظام (OPT) بهذا المعنى ليس هو الأمثل ، وثانياً : أن (OPT) هو نظام من أنظمة إدارة العمليات لتخطيط وجدولة الإنتاج ، وهذا يعنى أنه ليس تكنولوجيا كما توحى بذلك تسمية تكنولوجيا الإنتاج المثلى .

ويمكن تعريف تكنولوجيا الإنتاج المثلى (OPT) بأنه نظام حاسبة لتخطيط الإنتاج الذى يقوم على تحديد مراكز عمل الاختناق : من أجل توجيه الموارد والمواد المتعلقة بالاختناقات لتعظيم المخرجات وخفض المخزون وتقليص النفقات التشغيلية ، وهذا التعريف يوضح خصائص أساسية لنظام (OPT) وهى :

أولاً : أنه نظام حاسبة حيث إن هناك برمجيات خاصة بالنظام تطبق بمساعدة الحاسبة .  
ثانياً : أنه نظام لتخطيط وجدولة الإنتاج ، وأن هدفه الأساسى هو الجدولة المثلى التى تحقق المخرجات الأعلى والمخزون الأدنى والنفقات التشغيلية الأقل .

ثالثاً : أن السمة الأساسية لنظام (OPT) هى تكيده على موارد الاختناق (العمل والآلات) . والواقع أن نظام (OPT) يقوم على أن إدارة الاختناق هى المفتاح الأساسى للأداء الناجح فى جدولة الإنتاج . فماذا نعنى بالاختناق ؟ وكيف نميز بين عمليات أو موارد الاختناق وعمليات أو موارد اللاختناق ؟

## ١٢-٣- التمييز بين الاختناق واللااختناق :

إن المنطلق فى نظام (OPT) هو التمييز بين عمليات الاختناق (Bottleneck Operations) وعمليات اللاختناق (Non-Bottleneck Operations) ، والأولى تمثل عمليات حرجة نسبة الاستغلال فيها تصل إلى ما يقارب (٨٠٠٪) ، بينما عمليات اللاختناق تكون نسبة استغلال سعة المورد (الآلة أو العامل) منخفضة : لهذا يمكن التعامل معها بمرونة .

ومن المفاهيم الأساسية التى ارتكز عليها نظام (OPT) هى أن تحسين عمليات اللاختناق وهم وسراب لا جدوى فيه : لأن هذه العمليات فى الأصل تتسم بالسعة

الفائضة وعند تحسين استغلال هذه السعة ، فإنها لا تزيد من المخرجات التى يكون معدلها محدداً بمعدل مخرجات عملية الاختناق ، وإنما تؤدي إلى زيادة المخزون فى التشغيل . وأن التحسين الأهم يجب أن ينصب على زيادة معدل مخرجات عمليات الاختناق ؛ لأن هذا المعدل هو الذى يحدد سعة النظام كله وهو الذى يصنع النقود . والمثال (١٢-١) يوضح ذلك .

### مثال (١٢-١) :

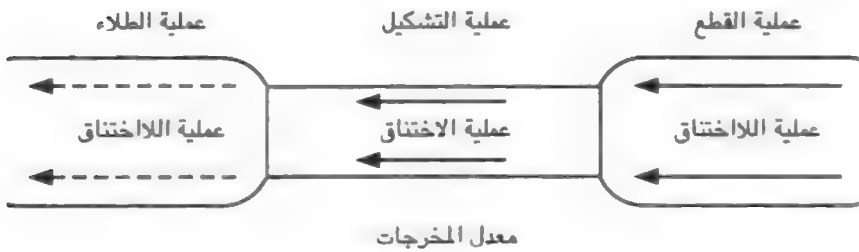
فى ورشة هناك ثلاث عمليات : القطع ، والتشكيل ، والطلاء تستخدم فى معالجة الجزء (س-٢٠) ، والجدول أدناه يتضمن البيانات الخاصة بذلك الجزء ، وكانت هناك طلبية على هذا الجزء بمقدار (٢٠٠) وحدة مطلوب تسليمها فى الفترة القادمة ، وكان أسبوع العمل يتكون من (٤٠) ساعة عمل . المطلوب تحديد عمليات الاختناق ، والاختناق ، وما هو معدل المخرجات الأقصى من الجزء فى الأسبوع ، ولماذا ؟

الوقت	العمليات		
	الطلاء	التشكيل	القطع
وقت الإعداد	١٥ دقيقة	٢٠ دقيقة	١١ دقيقة
وقت المعالجة	٢٥	٥٠	٣٥
وقت النقل	١٤	٥	١١

الحل :

احتساب الوقت اللازم لإنجاز العمليات الثلاث (إنتاج ٢٠٠ وحدة من الجزء س-٢٠)  
الوقت اللازم - عملية القطع =  $200 \times (10 + 13 + 15) = 12000$  دقيقة = ٥ أسابيع .  
معدل المخرجات / أسبوع =  $200 \div 5 = 40$  وحدة .  
الوقت اللازم - عملية التشكيل =  $200 \times (5 + 50 + 20) = 15000$  دقيقة = ٦,٢٥ أسبوع .  
معدل المخرجات / أسبوع =  $200 \div 6,25 = 32$  وحدة .  
الوقت اللازم - عملية الطلاء =  $200 \times (14 + 25 + 11) = 10800$  دقيقة = ٤,٥ أسبوع .  
معدل المخرجات / أسبوع =  $200 \div 4,5 = 44$  وحدة .

يلاحظ أن عمليتي القطع والطلاء لا تواجهان مشكلة فى الإيفاء بالطلبية فى موعدها ، وهما عمليتان بدون اختناق ، وبالتالي تواجهان نقص استغلال السعة عند تنفيذ الطلبية . فى حين أن عملية التشكيل تواجه مشكلة فى الإيفاء بالطلبية وهى عملية اختناق ؛ لأن مخرجاتها أقل من معدل مخرجات العملية التى تسبقها والعملية التى تتبعها .



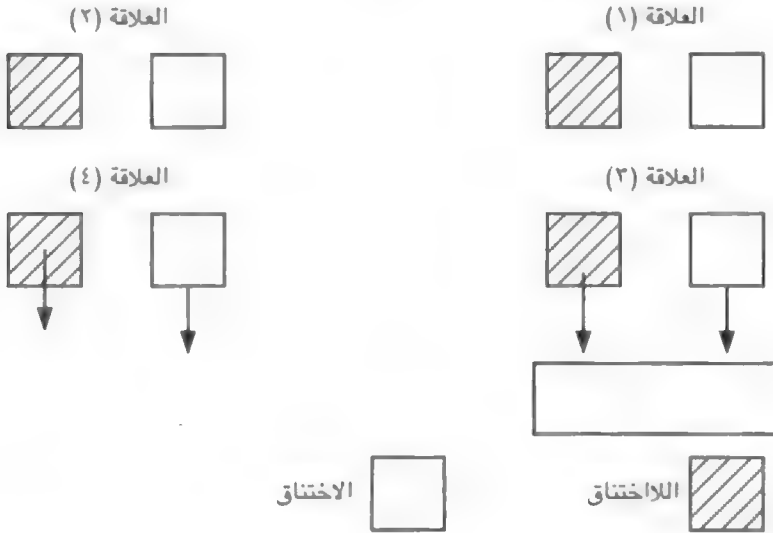
وحدة (٤٤)	وحدة (٢٢)	وحدة (٤٠)
أسبوع (٤.٥)	أسبوع (٦.٢٥)	أسابيع (٥)

إن عملية الاختناق بسبب ذلك تؤدي إلى خفض سعة أو معدل مخرجات النظام كله إلى مستوى معدل مخرجاتها . والشكل يوضح ذلك .

يلاحظ من الشكل أعلاه أن معدل المخرجات الأقصى لا يتحدد بعمليات الاختناق ، إنما عملية الاختناق هى التى تحدد ذلك فتكون مخرجات العمليات مساوية لمخرجات عملية الاختناق ، أى (٢٢) وحدة / أسبوع وهى تمثل معدل السعة فى النظام كله .

وهناك أربعة أنواع من العلاقات الأساسية التى يمكن أن توجد بين عمليات الاختناق وعمليات الاختناق والشكل رقم (١٢-١) يوضح هذه العلاقات وللتوضيح نعرضها فيما يلى :

الشكل رقم (١٢-١) : يوضح هذه العلاقات بين عمليات الاختناق والالاختناق



أولاً : العلاقة (١) : فى هذه العلاقة فإن المنتجات تتدفق من مصدر أو عملية الاختناق إلى مصدر أو عملية اللاختناق وفى المثال السابق (١٢-١) : فإن عملية التشكيل تمثل عملية اختناق وتستخدم السعة بنسبة (١٠٠٪) ، وتناسب منها المخرجات بمعدل (٣٢) وحدة / أسبوع إلى عملية الطلاء (الالاختناق) التى تستخدم الوقت بنسبة (٧٣٪) : لأن سعتها (٤٤) وحدة لا تستخدم منها سوى (٣٢) وحدة فقط ، أى أن نسبة (٢٧٪) من وقت عملية الطلاء فى الأسبوع لا ترد إليها فيه مخرجات من عملية الاختناق (التشكيل) : فيكون ذلك وقتاً عاطلاً اضطرارياً ، وعند ازدياد الطلب فإن عملية الطلاء نظرياً تكون قادرة على الإيفاء بتحميل زائد ، ولكن لا تستطيع ذلك : لأن عملية التشكيل (الاختناق) تقيد بها بمحدودية انسياب المنتجات منها .

ثانياً : العلاقة (٢) : فى هذه العلاقة فإن جميع المنتجات تنساب من عملية اللاختناق إلى عملية الاختناق . وفى المثال السابق نفسه فإن هذه العلاقة تظهر فى

انسياب المنتجات من عملية القطع (الاختناق) التى تستخدم (٨٠٪) من الوقت المتاح إلى عملية التشكيل (الاختناق) التى تستخدم بشكل اعتيادى الوقت بنسبة (١٠٠٪) . وأن عملية القطع يمكن أن تزيد مخرجاتها بنسبة (٢٠٪) : لتصل النسبة إلى (١٠٠٪) من الوقت ، إلا أن هذا سيؤدى إلى تراكم المخزون أمام عملية التشكيل (الاختناق) ، وهذا يقود إلى زيادة المخزون دون أية زيادة فى مخرجات النظام الكلية .

ثالثاً : العلاقة (٣) : فى هذه العلاقة تكون هناك عملية الاختناق (مثل عملية التشكيل) وعملية الاختناق (مثل عملية القطع) ، وكلتاهما تغذيان عملية ثالثة لتجميع مخرجات العمليتين (التشكيل والقطع) . ولنفرض أن عملية التجميع تتطلب وحدة واحدة من مخرجات التشكيل والقطع فى كل منتج ، فى هذه الحالة فإن عملية التشكيل (الاختناق) تعمل عند مستوى استغلال الوقت بنسبة (١٠٠٪) ، وعملية القطع (الاختناق) بنسبة (٨٠٪) لتزويد عملية التجميع بالمنتجات اللازمة (مساوية لمخرجات عملية التشكيل) ، وعند زيادة الطلب فإن عملية القطع يمكن أن تزيد مخرجاتها ، ولكن هذه الزيادة ستؤدى إلى تكوين مخزون قبل عملية التجميع : لأن عملية التشكيل (الاختناق) لن تستطيع زيادة مخرجاتها : فهى إذن التى تحدد مخرجات عملية التجميع وبالتالي مخرجات النظام كله .

رابعاً : العلاقة (٤) : فى هذه العلاقة الأخيرة توجد عمليتان تلبيان الطلبات على المخرجات بشكل مستقل ، وفى مثالنا لنفرض أن عملية القطع تنجز لتلبية طلبات وعملية التشكيل تنجز لتلبية طلبات ، وفى هذه الحالة أيضاً فإن عملية القطع تعمل بنسبة (٨٠٪) من الوقت وعملية التشكيل (الاختناق) تعمل بنسبة (١٠٠٪) من الوقت ، وتظل عملية القطع (الاختناق) محددة بمخرجاتها بسعة أو معدل مخرجات عملية التشكيل .

فى هذه الأنواع الأربعة من العلاقات فإن نفس النتيجة تتحقق وهى أن عمليات الاختناق يجب أن تعمل عند مستوى منخفض من استغلال السعة أو عند الاستغلال الكافى الذى يلائم عملية الاختناق ، مع ضرورة الوقاية من بناء مخزون أو مواد تحت التشغيل (WIP) عند عملية الاختناق ، وكذلك المحافظة على أن تعمل عملية الاختناق فى حالة استغلال كامل (١٠٠٪) .

إن الخطة المقترحة فى هذه العلاقات هى ضمان الاستغلال الكامل لموارد الاختناق فى كل الأوقات ، أما ما يتعلق بموارد اللاختناق فإن استخدامها الكفاء لا يعنى استغلالها بشكل كامل ، أى بنسبة (١٠٠٪) فى كل الأوقات ، بل يجب أن تتحمل وقتاً عاطلاً اضطرارياً مع مراعاة أنه فى نظام (OPT) لا يعتبر هذا الوقت العاطل محدداً لكفاءة الشركة ؛ لأن استغلاله سوف يؤدى إلى مخزون زائد بدون زيادة مناظرة فى مخرجات المصنع .

## ١٢-٤ - قواعد تكنولوجيا الإنتاج المثلى :

كما أشرنا فإن نظام (OPT) رغم أنه يعتمد على الحاسبة ، إلا أن بالإمكان الاستفادة من مفاهيمه وقواعده التى جاء بها فى التطبيق حتى فى حالة عدم استخدام الحاسبة ، وأن القواعد العشر لهذا النظام توضح الفكرة الأساسية للنظام ، ونعرض فيما يأتى لهذه القواعد :

**القاعدة الأولى :** إن مستوى استغلال موارد (أو عملية) اللاختناق لا يتحدد بإمكاناته الخاصة بل من خلال محدد آخر فى النظام .

ولتوضيح هذه القاعدة نشير إلى أن العلاقات (١) و(٢) و(٣) التى سبق عرضها أظهرت أن الاستخدام لمورد اللاختناق كان محدداً بمورد اللاختناق ، وليس بسعته الخاصة ؛ لأن استخدام سعته الخاصة بشكل كامل لن يكون ذا جدوى ، بل سيؤدى ذلك الاستخدام الكامل إلى بناء مخزون أكبر فى التشغيل . أما العلاقة (٤) فإن القيد المطبق على اللاختناق هو طلب السوق ؛ لهذا فإن هذه القاعدة تفرض أن يحدد مورد اللاختناق على أساس القيود الأخرى فى النظام ، وفى مقدمتها ما يستطيع مورد اللاختناق امتصاصه من المخرجات ؛ لتجنب زيادة المخزون والنفقات التشغيلية .

**القاعدة الثانية :** إن استغلال المورد ونشاط المورد بفاعلية ليسا مترادفين .

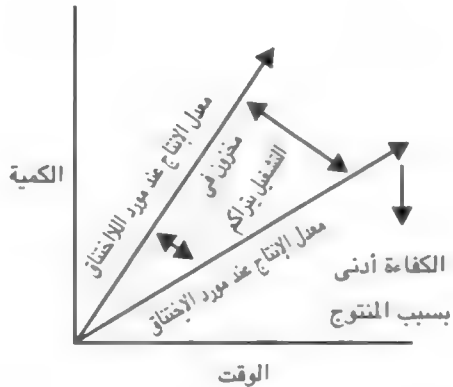
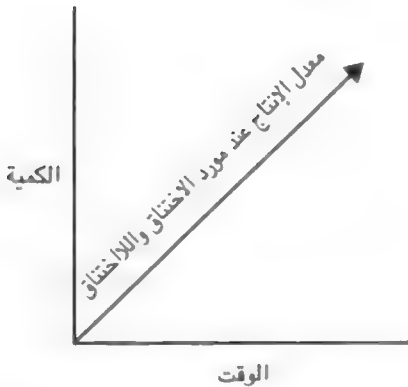
إن هذه القاعدة تقوم على أن تشغيل الموارد بمستوى العمل المطلوب لا يساوى عادة بالضرورة استخدام هذه الموارد بكامل سعتها ؛ لهذا من الضروري التمييز بين الاستغلال بكفاءة ؛ أى ما يستطيع المصنع عمله وبين النشاط بفاعلية ،

أى ما يجب على المصنع عمله . تقليدياً فإن الاستغلال والنشاط بفاعلية كانا يعتبران الشيء نفسه أو مترادفين ، إلا أن نظام (OPT) يؤكد على التمييز المهم بين القيام بالعمل غير المطلوب فى وقت معين مجرد أننا نستطيع القيام بذلك (الاستغلال) وبين القيام بالعمل المطلوب (النشاط بفاعلية) . فمثلاً إن عاملاً يمكن أن يعمل على مورد للاختناق ، ويحقق الاستغلال لهذا المورد بنسبة (١٠٠٪) ، فإذا كان (٨٠٪) من مخرجات هذا المورد فقط يتم امتصاصها من المورد اللاحق الذى يفترض أنه مورد اختناق ، عندئذ سيخصص (٢٠٪) من استغلال مورد للاختناق ببساطة لبناء المخزون . ومن وجهة نظر مورد للاختناق فإننا يمكن أن نبرهن أننا حققنا كفاءة (١٠٠٪) ، ولكن من وجهة نظر النظام فإننا استخدمنا هذا المورد بفاعلية بنسبة (٨٠٪) ، ويوضح الشكل رقم (١٢-٢) هذه الحالة : لهذا فإن الاستغلال يرتبط بالكفاءة ؛ بينما النشاط يرتبط بالفاعلية ، والكفاءة هى معيار جزئى والفاعلية هى معيار النظام أى معيار كلى .

### الشكل رقم (١٢-٢) : الاستغلال (الكفاءة) ، النشاط (الفاعلية)

النشاط (الفاعلية)

الاستغلال (الكفاءة)





السؤال الذى يطرح نفسه هو : كيف يمكن تحسين الفاعلية أو الكفاءة الكلية على مستوى النظام كله ؟ والإجابة بالعلاقة مع وقت الإعداد : فالوقت المتاح لمورد الاختناق يمكن أن يكون مقسماً إلى وقت التشغيل ووقت الإعداد ، أما مورد اللاختناق فإنه يشمل أيضاً على وقت عاطل . والشكل رقم (١٢-٣) يوضح هذا التقسيم فى مورد الاختناق ومورد اللاختناق .

### الشكل رقم (١٢-٣) : تقسيم الوقت عند موردى الاختناق واللااختناق

مورد اللاختناق			مورد الاختناق	
وقت الإعداد	وقت عاطل	الوقت التشغيل (المعالجة)	وقت الإعداد	الوقت التشغيل (المعالجة)

يلاحظ من الشكل أنه عند التمكن من الاقتصاد بساعة من وقت الإعداد فى مورد الاختناق : فإننا سنزيد وقت التشغيل بمقدار الساعة المقتصدة ، ولأن الاختناق يحدد طاقة النظام كله : لذا فإن هذه الساعة تكسب لصالح النظام كله ، وبخلاف ذلك عند الاقتصاد بساعة من وقت الإعداد فى مورد اللاختناق : فإنها لن تزيد وقت التشغيل فعلياً ، وإنما ستزيد الوقت العاطل بمقدار ساعة . وهناك ميزة واحدة لخفض وقت الإعداد فى مورد اللاختناق تتمثل فى أنه يساعد على خفض حجم الوجبة ، ومع أن حجم الوجبة الأصغر لا يزيد المخرجات إلا أنه يؤدي إلى خفض مستوى المخزون وبعض النفقات التشغيلية . وتظل هناك ملاحظة مهمة هى أن تعدد وتنوع الوجبات يؤدي فى أكثر الأحيان إلى أن يكون المورد الواحد فى بعض الوجبات مورد اختناق ، وفى وجبات أخرى مورد لااختناق : ولهذا فإن الاقتصاد بساعة فى وقت إعداد مورد اللاختناق من جدولة معينة يكون كسباً لساعة حقيقية للنظام كله فى جدولة أخرى عندما يكون هذا المورد فيها مورد اختناق .

**القاعدة الثالثة :** إن ساعة ضائعة عند مورد الاختناق تكون ساعة ضائعة للنظام كله .

إن هذه القاعدة تؤكد على أن الاستغلال الكامل (١٠٠٪) لمورد الاختناق يجب أن يكون الهدف الأساسى لإدارة العمليات فى نظام (OPT) : لأن أية ساعة تضيع فى هذا المورد ستؤدى إلى تخفيض السعة أو معدل المخرجات فى النظام كله : لهذا فإن كل إجراء يمكن أن يؤدى إلى تقليص وقت بقاء مورد الاختناق مشغولاً يجب تجنبه وإزالته .

**القاعدة الرابعة :** إن ساعة مقتصدة عند مورد اللاختناق هى مجرد سراب .

إن الوقت المقتصد عند اللاختناق لا يؤثر على سعة النظام : لأن سعة النظام تكون محددة بمورد الاختناق ، وبالتالي فهذا الوقت المقتصد عند مورد اللاختناق لا يضاف إلى وقت التشغيل لعدم الجدوى من ذلك ، وإنما يضاف إلى الوقت العاطل .

**القاعدة الخامسة :** إن الاختناقات تحدد المخرجات والمخزون فى النظام .

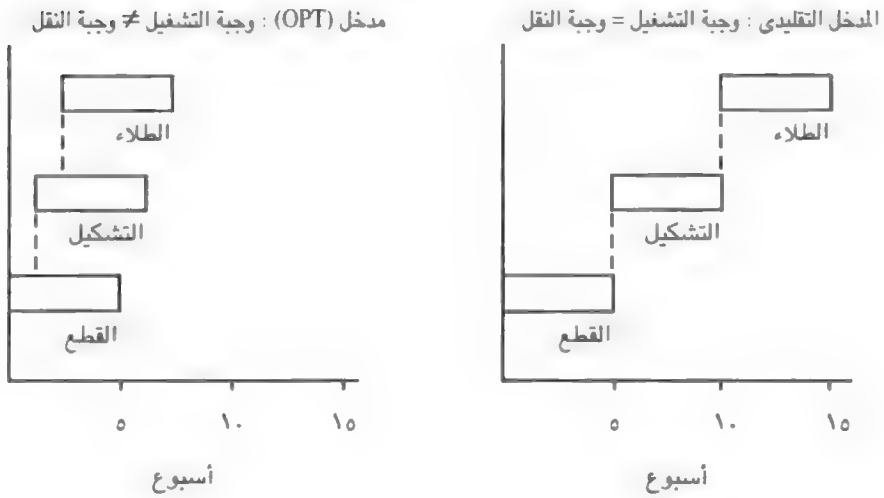
فى المدخل التقليدى تحدد الاختناقات فقط المخرجات بشكل مؤقت ، ولها تأثير قليل على المخزون ، إلا أن نظام (OPT) وجّه الأنظار ، وأثبت أن المخزون وبشكل خاص العمل أو المواد تحت التشغيل (WIP) هو دالة مقدار الوقت المطلوب للاحتفاظ بمورد الاختناق مشغولاً ، وهذا يعنى أن وقتاً أطول عند مورد الاختناق يؤدى إلى الاحتفاظ بالمخزون لفترة أطول .

**القاعدة السادسة :** إن وجبة النقل يجب فى أوقات معينة ألا تكون مساوية لوجبة التشغيل .

تقليدياً إن حجم الوجبة الواحد (الذى يتكرر) يحدد كحجم أمثل فى عملية الإنتاج ، أما فى نظام (OPT) فإن هناك حجمين على الأقل للوجبة هما : حجم النقل وحجم التشغيل . الواقع أن تقسيم الوجبات وتداخلها غير مرغوب به فى المدخل التقليدى : مما كان يؤدى إلى اعتماد وجبة تشغيل مساوية لوجبة النقل (أى الحجم الذى ينقل بين مورد أو آخر) ، وعندئذ فإن الوجبة لن تتحرك من مورد لآخر أو من عملية لأخرى إلا بعد أن تكون الوجبة مجمعة بالكامل . أما فى النظام (OPT) فإن طريقة معالجة الوجبات تكون جوهرية فى تحقيق التشغيل الفعال . وفى المثال السابق فإن الوجبة يتم إكمالها فى

عملية القطع (٥٠٠) وحدة ، وبعد اكتمالها يتم نقلها إلى عملية التشكيل (وجبة النقل أيضاً ٢٠٠ وحدة) ؛ ليتم أيضاً إنجازها بالكامل لتنتقل إلى العملية اللاحقة ، لتحقيق تساوى وجبة النقل مع وجبة التشغيل ؛ لهذا فإن الأسلوب المتبع فى إنجاز العمليات هو التسلسل الكامل . أما فى (OPT) وبسبب عدم تساوى الوجبتين ؛ فإن تداخل العمليات يكون مرغوباً وضرورياً . والشكل رقم (١٢-٤) يوضح كلا المدخلين .

### الشكل رقم (١٢-٤) : وجبة النقل ووجبة التشغيل فى المدخلين



إن نظام (OPT) يعمل على المحافظة على أن تكون حجوم الوجبات عند موارد الاختناق أكبر ما يمكن ، وهذا التوجه يكون فى الخط نفسه مع التفكير فى كمية الطلبية الاقتصادية (EOQ) . ونموذج الطلبية الاقتصادية يقوم على أساس أنه إذا كان لدينا مرات متكررة من وقت الإعداد لمورد الاختناق ، فإن مجموع أوقات الإعداد يكون غير إنتاجى ، ولأننا بحاجة إلى الاقتصاد بأية ساعة لصالح وقت التشغيل ؛ فإن جعل حجم وجبة التشغيل أكبر ما يمكن يحقق اقتصاداً فى وقت الإعداد لصالح وقت التشغيل ، بينما هذا لا يكون ضرورياً فى مورد اللاختناق ؛ لأن مثل هذا الاقتصاد

يزيد من الوقت العاطل ؛ لهذا فإن حجم الوجبة ليس ضرورياً أن تكون أكبر ما يمكن ، وكذلك فإن وجبة النقل من الضروري أن تكون أكبر ما يمكن من مورد الاختناق ، وليس ضرورياً ذلك من مورد الالاختناق عند نقل الوجبة إلى مورد الاختناق .

**القاعدة السابعة :** إن وجبة التشغيل يجب أن تكون متغيرة وليست ثابتة .

إن هذه القاعدة تفترض أن حجم وجبة التشغيل عند مختلف الموارد أو العمليات يجب ألا يكون نفسه . وهذا يخالف ممارسة التصنيع التقليدية التي تفرض أنه فيما عدا الحالات الاستثنائية ؛ فإن حجم الوجبة يجب أن يكون ثابتاً من عملية لأخرى وعبر الوقت . في حين أنه في نظام (OPT) فإن وجبات التشغيل تكون دالة الجدولة وتتغير بشكل احتمالي في العملية وعبر الوقت .

**القاعدة الثامنة :** إن السعة والأسبقية يجب أن يؤخذا بالاعتبار بشكل متزامن وليس بشكل متعاقب .

لتوضيح هذه القاعدة لنفرض أن الجزأين (س-٢٠) و(س-٢١) مطلوب إنجازهما في عملية التشكيل ؛ فإذا كان الجزء (س-٢٠) يتطلب (٦,٢٥) أسبوع (كما في المثال السابق) وينجز أولاً ، والجزء (س-٢١) يتطلب (٣,٧٥) أسبوع ، وينجز ثانياً (بعد الجزء الأول) ؛ فإن الجزء (س-٢٠) لكي يتم إنجازه سيكون وقت الانتظار هو :  $٦,٢٥ + ١٠ = ١٦,٢٥$  أسبوع .

ولكن إذا ما تم إنجاز الجزء (س-٢١) أولاً ، والجزء (س-٢٠) ثانياً ، فإن الجزء (س-٢١) يكون جاهزاً بوقت انتظار الصنع (٣,٧٥) أسبوع في حين يكون وقت الانتظار للجزء (س-٢٠) هو (١٠) أسابيع ، ومجموع وقت الانتظار هو :  $٣,٧٥ + ١٠ = ١٣,٧٥$  أسبوع .

والفارق في الوقت وهو (١٦,٢٥ - ١٣,٧٥ = ٢,٥) أسبوع لا يعود إلى اختلاف السعة ، وإنما لأخذ السعة والأسبقية بشكل متزامن وليس بشكل متعاقب ؛ لهذا فإن هذه القاعدة تستفيد من هذه الميزة في جعل السعة والأسبقية تعالجان معاً وفي وقت واحد عملية الجدولة لخفض وقت الانتظار .

إن القواعد الثمانى السابقة تمثل عقل نظام تكنولوجيا الإنتاج المثلى (OPT Brain) ، أما القاعدتان التاسعة والعاشره من قواعد (OPT) فإنهما تهتمان بمعايير الأداء المستخدمة لتقييم الفاعلية فى المصنع ، وهذا ما سنعرض له فى الفقرة التالية .

## ١٢-٥- محاسبة الكلفة وتقييم الأداء :

إن القواعد السابقة ترتبط بتطوير الجدولة الصحيحة ، إلا أن نظام (OPT) لا يكتفى بهذا ، وإنما يهتم بتحديد عقبات التنفيذ لهذه الجدولة الصحيحة . ويمكن مناقشة هذه العقبات من خلال : مقاييس الكفاءة ، توقع التحميل المتوازن للمصنع ، وظاهرة عصا الهوكى .

### أولا - مقاييس الكفاءة :

فى نظام (OPT) فإن واحداً من التهديدات الأساسية للاستخدام الفعال للجدولة يمثل فى سوء استخدام طرق محاسبة الكلفة فى أنظمة قياس الأداء ، وإن مبادئ محاسبة الكلفة عند استخدامها لقياس الأداء تكون فى تعارض مع القاعدتين (٢) و(٤) من قواعد (OPT) : فمحاسبة الكلفة لا تميز بين العمل على مورد الاختناق والعمل على مورد اللاختناق ، ولتوضيح الأثر السلبى لذلك : نشير إلى أن المشرفين على المصنع يسعون وفق مبادئ محاسبة الكلفة إلى تحقيق كفاءة الأداء بالاستغلال الكامل للمورد ، أى استغلال السعة (١٠٠٪) وكما اتضح فيما سبق فإن هذا الإجراء يؤدى إلى استغلال مورد اللاختناق (العامل والآلات) ، إلا أن هذا لا يؤدى إلى تحسين المخرجات ، بل زيارة المخزون وبعض النفقات التشغيلية فى حين أن (OPT) يؤكد على اهتمام المشرف ليس من أجل العمل بالسعة الكاملة فى مورد اللاختناق ، وإنما العمل بحجم المخرجات القابل للاستخدام عند مورد الاختناق .

وإذا عدنا إلى المثال السابق نجد أن مبادئ محاسبة الكلفة تستلزم من العامل عند عملية القطع أن ينتج بمعدل (١٠٠٪) ؛ لكى يتجنب المساءلة ، ويحقق مستوى الأداء المطلوب فى الاستغلال الكامل للعملية ، وهذا المعدل كما لاحظنا ليس مطلوباً ؛ لأنه يؤدى إلى تراكم المخزون فى التشغيل بمعدل (٢٠٪) وهو معدل المخرجات الأسبوعى

وهي النسبة التي تفوق قدرة عملية التشكيل (الاختناق) على امتصاصه من عملية القطع التي تسبقها ؛ لهذا فإن قواعد (OPT) تفرض أن كفاءة استغلال عملية القطع (الاختناق) تتمثل في العمل بنسبة (٨٠٪) من سعتها أو معدل مخرجاتها ، وليس بنسبة (١٠٠٪) . وهذه الحالة توضح بجلاء أن كفاءة الأداء في الجزء (العملية الواحدة) يمكن أن تؤدي إلى عدم كفاءة النظام الكلية ، وبالنسبة فإن نظام (OPT) يثبت أن مبادئ محاسبة الكلفة تحاول أن تقيس كفاءة الموارد وليس في فاعليتها ، في حين أن المهم في الشركة الصناعية هو الفاعلية .

### ثانيا - التمهيل المتوازن المصنع :

إن المدخل التقليدي يحاول أن يدير نظام الإنتاج من خلال السيطرة على السعة ، وهذا يولد أحياناً الاستغلال الكامل دون الاعتبار لأهمية هذا الاستغلال على فاعلية النظام كله . والمدخل البديل للسيطرة على الإنتاج يتمثل في الاهتمام بالمنتجات التي ستكون مباعة للزبون ، وأن أية عملية في المصنع يجب أن تنتج فقط ما يكون مطلوباً في العملية اللاحقة ، وهكذا ينتج المصنع فقط ما هو مطلوب بشكل كامل من قبل الزبون . وبهذه الطريقة يتم ضمان توازن انسياب المنتجات خلال المصنع (أي ما ينقل فعلاً من عملية لأخرى بدون اختناق أو تراكم المخزون ما بين العمليات) بدلاً من توازن سعة المصنع ، وهذا هو مضمون القاعدة التاسعة .

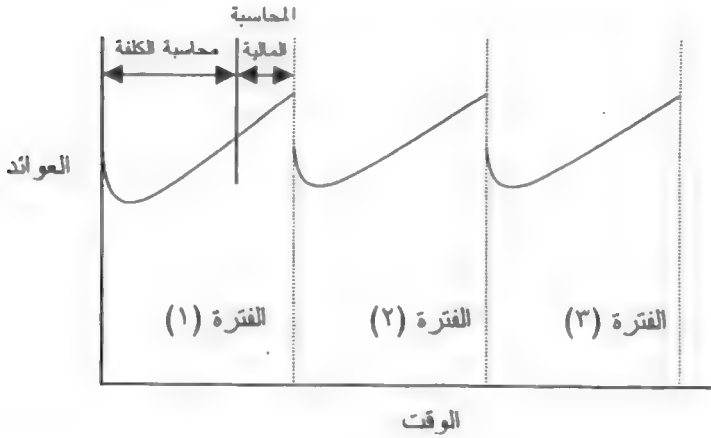
#### القاعدة التاسعة : الانسياب المتوازن وليس انسياب السعة هو المطلوب .

تقليدياً كان توازن السعة هو الأساس ، ويعدنذ يتم التوصل إلى الانسياب المستمر ، وأن توازن الخط مثال جيد على ما يذهب إليه المدخل التقائدي : حيث إن العمل اللازم في تصنيع المنتج يكون مقسماً إلى عناصر متكافئة تقريباً من وجهة نظر السعة . في حين أن (OPT) - انطلاقاً من الحالات الواقعية في أن توازن الخط في الغالب لا يتحقق - يحاول أن يقلل من أهمية توازن السعة لصالح التأكيد على توازن الانسياب ، كما أن التأكيد في (OPT) على انسياب المنتج وليس انسياب المواد الداخلة والمستخدم في إنتاجه : يقود إلى تحديد الاختناقات التي يمكن أن تدرس وتفحص بعدنذ بنظرة مطلعة إلى الأمام : من أجل زيادة مخرجاتها ، وبالتالي زيادة مخرجات النظام كله .

## ثالثاً - ظاهرة عصا الهوكى :

إن مطورى نظام (OPT) يطرحون ظاهرة عصا الهوكى ويحاولون أن يبرهنوا من خلالها على هناك صراعاً وتعارضاً بين نظامى القياس : محاسبة الكلفة والأداء المالى ؛ ففي بداية كل فترة يكون المصنع مدفوعاً للعمل بواسطة مقاييس الأداء الخاصة بمحاسبة الكلفة التى تتسم بالتركيز الموضعى والجزئى (التركيز على الاستغلال الكامل للسعة كميّار للكفاءة) كاستغلال الآلة ، كفاءة العامل ، والأوقات والكلف القياسية لإنتاج الأجزاء فى العمليات المحددة . وعلى هذا الأساس يتم اللجوء إلى حجم الوجبة الكبير لخفض فترة الإعداد من خلال تقليص عدد مرات الإعداد بغض النظر عن مورد الاختناق والاختناق ؛ مما ينتج عادة مخزون غير ضرورى . وعند نهاية الفترة ومن أجل التقرير المالى فإن الإدارة تصبح متهمة بالمقياس الكلى ، أى أداء النظام الكلى وبذل جهود أكبر لشحن المنتج لعمل نقود أكثر ، ولا تعود الكفاءة ولا مرات الإعداد ... إلخ موضع اهتمام ؛ إذ تحل محلها الوجبات المعجلة ، الوقت الإضافى المسموح ، وأى شئ يزيد من الشحن عند نهاية الفترة . وهذه الطريقة يمكن تمثيلها من خلال ظاهرة عصا الهوكى حين أن منحني الأداء يأخذ شكل عصا الهوكى ، كما مبين فى الشكل رقم (١٢-٥) .

الشكل رقم (١٢-٥) : ظاهرة عصا الهوكى



إن هذه الطريقة فى قياس الأداء تختلف بشكل كبير عما يؤكد عليه نظام (OPT) : لأنه يؤكد منذ البدء على الأداء الكلى بدلاً من قياس كفاءة العاملين المنفردين والآلات المنفردة والعناصر الأخرى المكونة للأنظمة الفرعية فى المصنع ، ولعل القاعدة العاشرة تعكس هذا التفكير .

**القاعدة العاشرة :** مجموع الأمثلات الموضعية (الجزئية) لا يساوى الأمثلية الكلية .

## ١٢-٦- معالجة الاختناق فى تكنولوجيا الإنتاج المثلى :

إن المساهمة الأساسية لنظام (OPT) تتمثل فى توجيه الأنظار إلى التمييز بين موارد أو عمليات الاختناق وموارد أو عمليات اللاختناق ، وتقديم قواعد وبرمجيات حاسبة : من أجل معالجة الاختناق واعتبار ذلك هو الأساس فى الأداء الناجح لوظيفة العمليات فى مجال تخطيط وجدولة الإنتاج . وحيث إن برمجيات (OPT) التى تتضمن مجموعة الخوارزميات المنفذة لعملية الجدولة فعلياً لازالت سارية : فإن معالجة الاختناق ليست متاحة فى الوقت الحاضر إلا بالأسلوب اليدوى وبالاعتماد على قواعد (OPT) التى عرضنا لها فى الفقرات السابقة .

والسؤال الذى يطرح نفسه هو : كيف يمكن معالجة الاختناق بالاستفادة من قواعد (OPT) ؟ وللإجابة نشير إلى ما يأتى :

**أولاً :** استخدام مدخلى الجدولة إلى الأمام ومن الخلف ، حيث يتم فى مورد الاختناق استخدام مدخل الجدولة من الأمام ، وفى مورد اللاختناق يستخدم مدخل الجدولة من الخلف (لقد عرضنا لهذا فى المدخلين فى الفصل التاسع) والمثال (١٢-٢) يوضح ذلك .

### مثال (١٢-٢) :

منتوج يتكون من تجميعين فرعيين ، وهناك اختناق واحد فى التجميع الفرعى الثانى الذى توفرت عنه البيانات الآتية عن أوقات العمليات كالآتى :



العملية الأولى تستغرق دقيقة واحدة ، العملية الثانية (١,٥) دقيقة .  
والعملية الثالثة (٠,٧٥) دقيقة . وكانت هناك وجبة إنتاج مقدارها (٦٠٠)  
وحدة من التجميع الفرعى الثانى .

المطلوب : معالجة الاختناق باستخدام مدخلى الجدولة إلى الأمام ومن الخلف .  
الحل :

معدل الإنتاج / ساعة (العملية الأولى) = ٦٠ وحدة .

معدل الإنتاج / ساعة (العملية الثانية) = ٤٠ وحدة .

معدل الإنتاج / ساعة ( العملية الثالثة ) = ٨٠ وحدة .

الوقت اللازم لإكمال الوجبة هو :

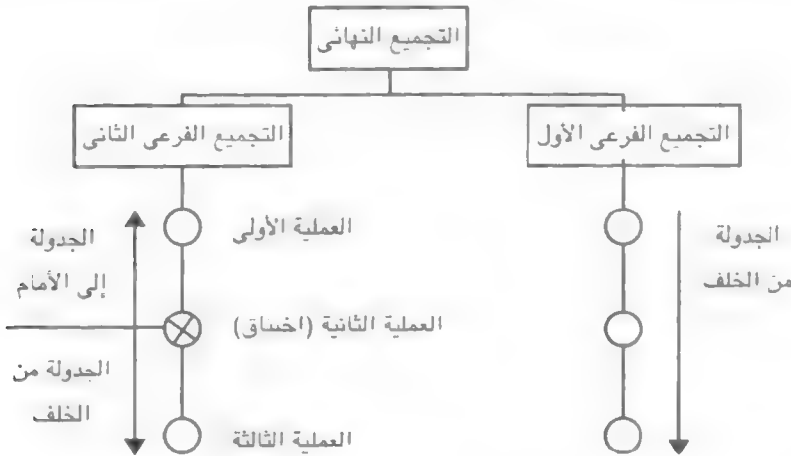
العملية الأولى = ١٠ ساعات .

العملية الثانية = ١٥ ساعة .

العملية الثالثة = ٧,٥ ساعة .

يلاحظ أن العملية الثانية تعاني من اختناق . ولمعالجة هذا الاختناق :  
تتم جدولة العملية الثانية من الأمام قبل الانتهاء من العملية الأولى بفترة  
ملائمة . وتحدد هذه الفترة حسب موعد التسليم ، فإذا كان موعد التسليم  
حرجاً (أى احتمال أن يكون هناك تأخير فى التسليم) ، فإن الفترة الملائمة  
تكون طويلة ، كأن يتم البدء بالعملية الثانية بعد فترة وجيزة من البدء  
بالعملية الأولى ، أما إذا كان موعد التسليم غير حرج : فإن الفترة الملائمة  
يمكن تقليصها . إن الشكل رقم (١٢-٦) يوضح مدخلى الجدولة فى نظام  
(OPT) لمعالجة الاختناق .

الشكل رقم (١٢-٦) : الجدولة فى (OPT)



ثانياً : استخدام أوقات انتظار متغيرة : ذلك من خلال استخدام وجبات إنتاج كبيرة عند مورد الاختناق ووجبات إنتاج صغيرة (أى فترات إعداد أكثر) عند مورد اللاختناق . فمثلاً إذا كان معدل المخرجات عند مورد الاختناق (١٠٠) وحدة فى اليوم ، ومعدل المخرجات عند مورد اللاختناق (٢٠٠) وحدة فى اليوم . وفى هذه الحالة يمكن اعتماد وجبة إنتاج مقدارها (١٠٠) وحدة فى الموردين ، وقد ينتج هذا وقتاً عاطلاً عند مورد اللاختناق يستخدم فى وجبات أخرى ، فى حين أن المدخل التقليدى كان يعتمد وجبة الإنتاج (٢٠٠) وحدة مع تحميل مخزون أكبر فى تشغيل يتجمع أمام مورد الاختناق .

ثالثاً : وجبة التشغيل ووجبة النقل متباينتان : حيث إن وجود اختناق فى إحدى العمليات يجعل وجبة التشغيل ووجبة النقل غير متساويتين فى جميع العمليات . ففى مدخل الجدولة إلى الأمام لا يتم انتظار وجبة التشغيل بالكامل ، وإنما تكون الوجبة متغيرة وبكميات متكررة صغيرة ، دون أن

تكون هناك حاجة للقيام بهذا المدخل فى مورد الاختناق الذى قد يفرض نقل الوجبة بالكامل .

رابعاً : تحسين وقت التشغيل عند مورد الاختناق : ذلك بتقليص وقت الإعداد ، وجبة أكبر لتقليص مرات الإعداد ، تحسين كفاءة العامل ، وصيانة فعالة لإبقاء مورد الاختناق فى حالة اشتغال كامل ، وهذا كله يزيد من معدل مخرجات من هذا المورد كما يقلص من عدم التوازن بين العمليات .

خامساً : إدارة مخزون الأمان : إن نظام (OPT) يحقق الإدارة الفعالة لمخزون الأمان من خلال التأكيد على الاحتفاظ بمخزون أمان واحد فى طريقة للتجميع ، وخاصة فى طريق إنتاج الجزء إلى مورد اختناق .

## ١٢-٧- برمجية تكنولوجيا الإنتاج المثلى :

إن نظام (OPT) هو نظام حاسبة ، وإن عملية تطبيقه تتطلب برمجية خاصة بالنظام تتكون من أربع وحدات متكاملة أساسية هى :

**أولاً : وحدة البناء :** هذه هى وحدة البداية التى تقوم ببناء نموذج المصنع حسب البيانات المقدمة من الجهة المستفيدة ، وهذه البيانات تتعلق بالمواد الأولية والأجزاء المشتراة ، حجم المنتجات ، سعة مراكز العمل أو الموارد فى المصنع ، التعاقب ، المسار الفنى خلال المصنع ، الاحتياجات الزمنية للمنتج (وقت الإعداد ، وقت التشغيل الفعلى ، تأخر الجدولة ، كميات الطلبيات ، ومواعيد تسليم الطلبيات ، ومن هذه البيانات يتم بناء نموذج المصنع للانتقال إلى الوحدة التالية فى برمجية (OPT) .

**ثانياً : وحدة الخدمة :** هذه الوحدة هى التى تقوم بتحديد موارد الاختناق والاختناق من خلال إطلاق أنماط التحميل لكل مورد من الموارد المستخدمة فى المصنع ، ومن خلال ذلك يتحقق الغرض فى كلا النوعين من الموارد .

**ثالثاً : وحدة التقسيم :** تختص هذه الوحدة بتقسيم النظام فئتين : عمليات أو موارد حرجة وعمليات أو موارد غير حرجة ، وبما يُمكن من تطبيق خوارزميات النظام للتوصل إلى الجدولة المثلى .

**رابعاً : وحدة الجدولة أو الدماغ :** هذه الوحدة تتضمن مجموعة الخوارزميات التي تنفذ الجدولة فعلياً ؛ وذلك بتحقيق الجدولة إلى الأمام للموارد الحرجة وفق منطق (OPT) وقواعده مع استخدام وجبة الإنتاج المتغيرة . والجدولة إلى الخلف للموارد غير الحرجة ؛ حيث تكون هذه الأخيرة فى خدمة جدولة الموارد الحرجة .

لابد من الإشارة إلى أن حزمة (OPT) لاتتضمن فقط برمجيات ، بل هى تتضمن أيضاً خدمات استشارية وتدريباً على التنفيذ . إن التفاصيل الخاصة بالنظام وبشكل خاص ما يتعلق بالوحدتين : الخدمة والجدولة أو الدماغ وهى وحدات الجدولة التفصيلية - تعتبر مملوكة ملكية صناعية (فهى غير منشورة وغير متاحة) .

## ١٢ - ٨ - مزايا وعيوب تكنولوجيا الإنتاج المثلى :

إن (OPT) شأنه شأن الأنظمة الأخرى له مزايا وعيوب ، فمع أنه قدّم مفاهيم يمكن اعتبارها جديدة فيما يتعلق بالكثير من قواعده إلا إنه بالمقابل اتسم بعيوب حدث من انتشاره واستخدامه . ويمكن أن نشير فيما يأتى إلى هذه المزايا والعيوب .

### أولاً : المزايا :

أ - إن (OPT) يوفر قاعدة بيانات دقيقة عن المنتجات والأجزاء وعمليات الإنتاج وأوقاتها وتحميل الأعمال فى النظام .

ب - إن استخدام الحاسبة يساعد على تحقيق سيطرة فعالة على الإنتاج والمخزون تحت التشغيل .

ج - إن قواعد (OPT) تقدم فهماً جديداً لجدولة الإنتاج يساعد على توليد جدولة أكثر دقة وفاعلية .

د - إن نظام (OPT) يؤدي في التطبيق إلى زيادة معدل المخرجات وخفض المخزون وتقليص النفقات التشغيلية .

### ثانياً : العيوب :

- أ - أما عيوب نظام (OPT) فيمكن تحديدها في الآتي :
  - أ - إن الخوارزمية السرية المعتمدة في الجدولة تمثل إحدى العقبات الأساسية في قبول النظام واستخدامه على نطاق أوسع .
  - ب - إن نظام (OPT) يقوم على المدخل التaylorي حيث لا مشاركة للعمال فيه .
  - ج - إن نظام (OPT) بوصفه نظام حاسبة وكذلك نظام ملكية ، يعتبر نظاماً مكلفاً .
  - د - إنه يقدم نمطاً أقل تفاعلاً بين المصنع والموردين وبين المصنع والزبائن .
- إلى جانب هذه المزايا والعيوب ؛ فإننا سنشير إلى مزايا وعيوب أكثر تفصيلاً في الفقرة التالية عند مقارنة (OPT) بالأنظمة الأخرى .

## ١٢-٩- المقارنة بين (OPT) و (MRP) و (JIT)

إن الأنظمة الثلاثة : تكنولوجيا الإنتاج المثلى (OPT) ، وتخطيط الاحتياجات من المواد (MRP) ، ونظام الوقت المحدد (JIT) قد أدت خلال عقدين من الزمن إلى ثورة في إدارة العمليات ، ولأزالت الدراسات تتوالى في إبراز عوامل القوة والضعف في كل منها ؛ لهذا فإن المقارنة (أوجه التشابه والاختلاف) بين الأنظمة الثلاثة تقدم صورة تقييمية لنظام (OPT) نختم بها هذا الفصل . ونعرض فيما يلي أوجه التشابه والاختلاف بين هذه الأنظمة :

### أولاً - تحميل الإنتاج :

إن نظام (MRP) يفترض أن سعة المورد غير محددة عند جدولة الإنتاج ، ويتم اختبار هذه الجدولة في مرحلة لاحقة بالاعتماد على تخطيط احتياجات السعة (CRP) ، أما (JIT) و (OPT) فيعتبران السعة محدودة ، وعلى أساسها يتم وضع جدولة الإنتاج الرئيسية (MPS) ، ويتم السيطرة على السعة بواسطة كانبان (Kanban) في (JIT)

وبنقاط الاختناق فى نظام (OPT) . ومما يمتاز به (JIT) هو الاعتماد على التحميل الموحد ؛ وذلك لتماثل الجدولة اليومية والشهرية فيه دون افتراض هذا التماثل فى (MRP) و (OPT) .

### ثانياً - حجم الوجبة :

يفترض (MRP) مرور جزء فى مراحل الإنتاج بوجبة ذات حجم ثابت لأمر عمل واحد ، فى حين يتغير هذا الحجم بين أوامر العمل المقدرة ، وأن زيادة حجم الوجبة أكبر من الحجم المطلوب تزيد معها كلف المخزون وبالتالي الكلفة الكلية . أما فى (JIT) فإنه يعمل على خفض فترة الإعداد ؛ مما يجعل حجم الوجبة غير مهم وعادة ما يكون صغيراً ، فى حين أن (OPT) يتميز باستخدام وجبات التشغيل المتغيرة ؛ فتكون هناك زيادة فى حجم الوجبة عند مورد الاختناق مع العمل على تقليص فترة الإعداد لزيادة وقت التشغيل (الإنتاج الفعلى) عند هذا المورد ؛ لهذا فإن النظامين (JIT) و (OPT) خلافاً لنظام (MRP) يستخدمان نوعين من الوجبات : حجم وجبة متغير وكبير هو حجم وجبة التشغيل ، وحجم وجبة صغير وثابت هو حجم وجبة النقل .

### ثالثاً - المواد الأولية والأجزاء المشتراة :

فى نظام (MRP) يتم التعامل مع عدد كبير من الموردين ؛ لضمان انسياب كفاء للمواد والأجزاء وتجنب التوقفات الناتجة عن تأخر أو انقطاع التوريد عند التعامل مع مورد واحد ، أما فى نظام (JIT) فإن التعامل يكون مع عدد محدود وصغير من الموردين فى هذا النظام حيث يعدون جزءاً من الشركة . أما نظام (OPT) فإنه يتبع أسلوباً مشابهاً لنظام (MRP) .

### رابعاً - تذبذب الإنتاج :

إن التأخيرات وتذبذب الإنتاج فى أية عملية ينتقل خلال انسياب الإنتاج وانتقال الوجبات إلى العمليات الأخرى ؛ وذلك نتيجة للاعتماد المتبادل بين العمليات ؛ فتكون النتيجة هى تذبذب الإنتاج بسبب الاختناقات المتنقلة . وفى نظام (MRP) تجرى

موازنة التذبذبات والسيطرة عليها باستخدام مخزون الأمان ، أما فى (JIT) فتستخدم البطاقات والأصواء المنبهة للسيطرة على العملية الإنتاجية ؛ حيث إن تسلسل الإنتاج متزامن ومتداخل لا يسمح للتذبذب أن يحدث ، وفى (OPT) يتم تجنب التذبذبات بواسطة الجدولة الكفئة للموارد الحرجة (الاختناق) ومن خلال استخدام الوقت الاحتياطى فى الطريق إلى مورد الاختناق ، وأن التأكيد يكون دائماً على ضمان انسياب المواد والأجزاء وليس على بقاء العاملين يعملون باستمرار خلال الوقت المتاح .

#### خامساً - دقة البيانات :

يتطلب نظام (MRP) بيانات دقيقة جداً عن جميع الموارد المستخدمة فى الإنتاج ، وكذلك نظام (OPT) يتطلب بيانات دقيقة جداً عن موارد الاختناق والموارد التى تغذى الاختناق . كما أن كلا النظامين (MRP) و (OPT) يستخدمان برمجيات متطورة على الحاسبة لتوليد جداول إنتاج ، ويمتاز (OPT) بسرعة أكبر فى الجدولة من (MRP) . أما (JIT) فإنه نظام يدوى لا يستخدم الحاسبة ولا يحتاج لدقة البيانات ؛ لأنه يستخدم السيطرة البصرية ونظاماً يدوياً للسيطرة على انسياب الإنتاج .

#### سادساً - جدولة الإنتاج :

إن نظام (MRP) يسمح بجدولة الإنتاج المتغيرة من وجبة لأخرى وبدرجة عالية ، فى حين أن جدولة الإنتاج فى (JIT) يتسم بالاستقرار والتماثل فى الساعات والأيام والأسابيع . أما التنوع فيكون فى هذا النظام من خلال الوجبة التى تتألف من عدد من المنتجات وليس من منتج واحد ؛ ففى نظام (OPT) تستخدم وحدة من برمجية النظام لوضع وتحديد جدولة الإنتاج الفعلية على موارد الاختناق واعتماداً على ذلك تقوم وحدة أخرى من برمجية النظام بجدولة موارد الاختناق .

#### سابعاً - المرونة :

بصورة عامة يعد نظام (JIT) أكثر الأنظمة الثلاثة مرونة لاعتماده وجبات الإنتاج بحجوم صغيرة مع مستويات متدنية من المخزون فى التشغيل . أما نظام (OPT) فإنه

يعمل على خفض المخزون ويسمح بمرونة حجم الوجبة ، وبالتالي تحقيق مرونة عالية فى الإنتاج ، دون أن تتوفر لنظام (MRP) مثل هذه المرونة بسبب حجم الوجبة الكبير والثابت خلال مراحل الإنتاج (فى الوجبة الواحدة) مع مخزون أمان أكبر ؛ مما يقلص من مرونة النظام .

### ثامناً - الكلفة :

إن نظامى (MRP) و (OPT) هما نظاما حاسبة ، ويتطلبان دقة عالية فى البيانات المستخدمة ؛ لهذا فإن كلفة كل منهما فى التطبيق عالية ، وإن (OPT) ذو كلفة أعلى من (MRP) بسبب الخوارزمية السرية . فى حين أن (JIT) نظام يدوى والسيطرة على الإنتاج بصرية وبالبطاقات ؛ لهذا فإنه الأقل كلفة . وفى المقابل وبسبب استخدام الحاسبة فى (MRP) و (OPT) ؛ فإن قدرة كبيرة تتوفر لهما فى المحاكاة الكاملة لخطة وجدولة الإنتاج وهذا ما لا يتوفر لنظام (JIT) .

### تاسعاً - أفق التخطيط :

إن (MRP) يركز على فلسفة تخطيط الموارد طويل الأمد ، أما (JIT) فيؤكد على تخطيط الموارد الملائم القصير الأمد والتنفيذ اليومي المباشر لعملية الإنتاج . فى حين أن (OPT) يعتمد على فلسفة متميزة من خلال تجزئة الجدولة والتركيز على ضمان تشغيل موارد الاختناق بكامل طاقتها بهدف انسياب العملية الإنتاجية .

### عاشراً - السحب والدفع :

إن (MRP) هو نظام دفع ، ونظام (JIT) هو نظام شد أو سحب ، أما (OPT) فإنه يركز على الموارد الحرجة ومستلزمات تشغيلها فى الوقت المتاح كله بدون توقف .

### أحد عشر - العاملون :

فى نظام (MRP) يتكيف العاملون مع العمل بمهارات متخصصة ومسئوليات



محددة ، فى حين يعتمد (JIT) و(OPT) التدريب الشامل والعاملين ذوى المهارات المتعددة : مما يجعلهم أكثر مشاركة فى جدولة الإنتاج ، وفى هذا المجال فإن مشاركة العمال فى (JIT) أكبر مما هى عليه فى (OPT) .

### اثنا عشر - التلف :

إن نظام (MPR) يتسامح فى التلف ، ويأخذه فى الاعتبار عند احتساب احتياجات من المواد والأجزاء ، أما نظام (OPT) فيقوم على الالتزام بمواصفات الجودة ، وخاصة عند موارد الاختناق : وذلك لأن أى هدر أو إضاعة للوقت بسبب التلف عند ذلك المورد يؤدي إلى إضاعة الوقت من النظام كله . فى حين أن (JIT) يعتمد على التلف الصغرى بحيث إن أى انحراف عن المواصفات يمكن أن يؤدي إلى إيقاف الخط الإنتاجى كله من أجل معالجته .

### ثلاثة عشر - الصيانة الوقائية :

فى نظام (MRP) ليس هناك تأكيد واضح على برنامج الصيانة وأهميتها فى تطبيق النظام ، فى حين أن نظام (OPT) لا يسمح بأى عطل أو توقف لموارد الاختناق : مما يتطلب برنامجاً كفوفاً للصيانة الوقائية لهذه الموارد . أما نظام (JIT) فإن من مقوماته الأساسية هى توفير صيانة وقائية كفنة ومستقرة لخفض العطلات وصولاً إلى العطلات الصفرية .

### أربعة عشر - أوقات الانتظار :

إن أوقات الانتظار للمنتوج النهائى وللأجزاء تكون ثابتة ومحددة فى نظام (MRP) ، فى حين أن نظامى (JIT) و(OPT) يعملان على خفض أوقات الانتظار قدر الإمكان .

## الأسئلة :

- ١- ماذا نعني بتكنولوجيا الإنتاج المثلى ، وما هي أبرز الاعتراضات التي ترد على تسميته ؟
- ٢- ماهي الخصائص الأساسية لتكنولوجيا الإنتاج المثلى (OPT) ؟ وما جدواها ؟
- ٣- ماذا نعني بما يأتي :  
 أ - عمليات الاختناق وعمليات اللاختناق ؟  
 ب- سعة النظام في (OPT) ؟  
 ج - الخوارزمية السرية لنظام تكنولوجيا الإنتاج المثلى ؟
- ٤- ماهي أنماط العلاقة بين عمليات الاختناق وعمليات اللاختناق في المصنع ؟
- ٥- وضع كيف يؤدي نظام تكنولوجيا الإنتاج المثلى إلى زيادة معدل المخرجات وخفض المخزون .
- ٦- إن القاعدة (٣) من قواعد نظام (OPT) تقول : إن الساعة الضائعة عند مورد الاختناق هي ساعة ضائعة للنظام كله ، والقاعدة الرابعة تقول : إن الساعة المقتصد بها في مورد اللاختناق هي وهم وسراب . وضع كيف تتعارض محاسبة الكلفة مع هاتين القاعدتين .
- ٧- وضع ما الفرق بين الاستغلال والنشاط بفاعلية من وجهة نظر نظام (OPT) . وما هي أهمية هذه التفرقة بينهما من أجل تحسين الفاعلية ؟
- ٨- لماذا يجب ألا تكون وجبة التشغيل مساوية لوجبة النقل في نظام (OPT) ؟
- ٩- كيف يمكن توضيح أهمية استخدام السعة والأسبقية بشكل متزامن وليس متعاقباً في أحد المصانع الذي فيه طلبيتان مستقلتان تنجزان من قبل نفس المورد أو مركز العمل ، الطلبية الأولى تتطلب (٣) أسابيع والثانية (٦) أسابيع .
- ١٠ - وضع في ضوء قواعد (OPT) لماذا يتم التأكيد على الانسياب المتوازن وليس على توازن السعة .
- ١١- ماذا نعني بظاهرة عصا الهوكي في نظام (OPT) ؟
- ١٢- وضع كيف تستخدم الجدولة إلى الأمام في معالجة الاختناق في نظام (OPT) .
- ١٣- ماهي أبرز مزايا وعيوب نظام (OPT) ، وكيف أن (OPT) يقدم فهماً جديداً لجدولة الإنتاج ؟

١٤- ماهى مكونات برمجية نظام (OPT) ، وماهى وظائفها ؟

١٥- لماذا لا يمكن المقارنة بين (OPT) والأنظمة الأخرى على أساس نتائج التطبيق العملية فى الشركات ؟

١٦- ماهى أوجه التشابه والاختلاف بين الأنظمة (MRP) (JIT) و(OPT) فيما يتعلق بالآتى :

أ - حجم المخزون .

ب - تدريب وتطوير العاملين .

ج - العلاقة مع الموردين .

## المراجع :

## أولا : الكتب

- ١ - عقيلة مصطفى الأتروشى الاختبار الإستراتيجي لنظام التخطيط والسيطرة على الإنتاج مع دراسة تطبيقية لنظامي (MRP) و (OPT) فى قطاع الهندسة أطروحة دكتوراه : جامعة بغداد - كلية الإدارة والاقتصاد ، (غير منشورة) ، بغداد ١٩٩٣ م .
- 2 - E. Adam, Jr. and R. J. Ebert, Production and Operations Management, Printice Hall of India Private, New Delhi, 1993.
- 3 - J. Browne et al., Production Management Systems, Addison-Wesley Publishing Co. Wokingham, England, 1988.
- 4 - W. J Stevenson, Production/Operations Management, Irwin, Homewood . Boston, 1990.

## ثانيا : الدوريات

- 1 - R. E. Fox, OPT : An Answer For America : Part IV, Inventories and Production 3, No. 2, March-April 1983.



## الفصل الثالث عشر : تكنولوجيا الإنتاج

- ١٣ - ١ - المدخل .
- ١٣ - ٢ - تطور التكنولوجيا .
- ١٣ - ٣ - تطبيقات التكنولوجيا الحديثة فى الإنتاج :
  - أولاً : الأتمتة الصلبة والناعمة .
  - ثانياً : الرقابة العددية .
  - ثالثاً : التصميم بمساعدة الحاسبة (CAD) .
  - رابعاً : التصنيع بمساعدة الحاسبة (CAM) .
  - خامساً : تخطيط التشغيل بمساعدة الحاسبة (CAPP) .
  - سادساً : أنظمة الخزن والاسترجاع المؤتمتة (AS\RS) .
  - سابعاً : تكنولوجيا الرمز الشريطى .
  - ثامناً : التصميم / التصنيع بمساعدة الحاسبة (CAD\CAM) .
  - تاسعاً : أنظمة التصنيع المرنة (FMS) .
  - عاشراً : التصنيع المتكامل بالحاسبة (CIM) .
  - أحد عشر : الإنسان الآلى الصناعى .
  - اثنا عشر : الذكاء الاصطناعى (AI) :
  - أ - الأنظمة الخبيرة .
  - ب - اللغة الطبيعية .
  - ج - الرؤية الآلية .
  - ثلاثة عشر : مصنع المستقبل .
  - أربعة عشر : أتمتة المكتب .
- ١٣ - ٤ - الإدارة والتكنولوجيا الحديثة .
- ١٣ - ٥ - الأتمتة والمنافسة .
- الأسئلة .
- المراجع .



## ١٢-١- المدخل :

تعتبر التكنولوجيا اليوم المفتاح الأساسي للتطور : فالقدرة الإنتاجية العظيمة التي يتمتع بها عالمنا المعاصر لم تكن بهذه الشاكلة في أى وقت مضى ، وهذا يعنى أن هناك قدرة و طاقة إضافيتين تضافان كل يوم بسبب التطورات الكثيرة لهذه القدرة ، وفي مقدمة هذه التطورات التطور الحاصل في التكنولوجيا الحديثة أو الجديدة . والواقع أننا نعيش اليوم في بيئة صناعية حيث التكنولوجيا تنتج كل ما حولنا ، القليل جداً هو الذى ننتقله من الطبيعة مباشرة ، كما أن الموارد الأولية التى تأتى من الطبيعة يتم تحويلها بواسطة عمليات تحويلية إلى منتجات نهائية ، بدءاً من أدوات المنزل والمكتب وانتهاءً بوسائل النقل ووسائل الإنتاج والعمل . لهذا كله أصبحت التكنولوجيا هي العامل المهيمن على حياتنا ، كما هي العامل المهيمن على الاقتصاد . وإذا كان تراكم رأس المال المادى وتراكم الخبرة (رأس المال البشرية) من مؤشرات التطور والثروة ؛ فإن التراكم التكنولوجى يمثل اليوم مؤشراً أساسياً ومهماً لهذا التطور وتلك الثروة . والتراكم التكنولوجى يتمثل في المعدات والطرق والأساليب الحديثة المستخدمة في الاقتصاد الوطنى التى يتم تطويرها وإنتاجها في مختبرات ووحدات البحث والتطوير (R&D) ، وهذا ما يفسر الاستثمارات الكبيرة في مجالات البحث والتطوير من قبل الدول الصناعية التى تراوحت هذه النفقات فيها ما بين (١٩٪) من الناتج المحلى الإجمالى في الولايات المتحدة و(٢٤٪) في ألمانيا و(٢٥٪) في اليابان عام ١٩٨٥ م .

وتعرف التكنولوجيا بطرق مختلفة . وكما يقول (شرويدر RG. Schroder) فإن التكنولوجيا يمكن أن تعرف تعريفاً واسعاً لتشير إلى تطبيقات المعرفة لحل المشكلات البشرية ، وتعريفاً ضيقاً لتشير إلى مجموعة العمليات والأدوات والطرق والإجراءات والمعدات المستخدمة لإنتاج السلع والخدمات ، وهذا التعريف يتعلق بتكنولوجيا التشغيل تمييزاً عن تكنولوجيا المنتج التى تهتم بحجم الإنتاج . ومن جهة أخرى ، فقد أشار



(كوبتا Y.P.Gupta) إلى أن هناك نوعين من التكنولوجيا التي تؤثر في الإنتاج : الأول يتمثل في تكنولوجيا المعدات والتشغيل ، وهذه تتعامل مع مناولة المواد وتحويل السعة ، والثاني يتمثل في تكنولوجيا المعلومات وهي تتكون من الأجهزة المستخدمة في عرض وتخزين ومعالجة المعلومات ومن البرامج التي تستخدم في الرقابة على عمل تلك الأجهزة . ويمكن في هذا السياق أن نورد تعريفاً أشمل للتكنولوجيا بأنها العلم والتطبيق لكيفية عمل أشياء وكيفية تأدية العمليات ، وفي هذا التعريف يمكن أن نميز بين طريقة العمل (طريقة تأدية العمليات) وبين العمل (العمليات) بوصف الأولى طريقة والثانية وظيفة . والواقع أن هذا التميز يساعدنا على أن نميز بين تكنولوجيا وأخرى ، كما يساعد على متابعة التطور في التكنولوجيا ؛ فالطريقة المستخدمة (التكنولوجيا) يمكن أن تكون يدوية ، أو تكون ممكنة ، أو تكون مؤتمتة . ويمكن أن نلاحظ أن هذا التصنيف للتكنولوجيا وأنواعها يقوم على أساس التطور التاريخي للتكنولوجيا ، فقبل الثورة الصناعية التي تبدأ في النصف الثاني من القرن الثامن عشر كانت الأساليب اليدوية في النمط الحرفي السائد ، وبعد الثورة الصناعية دخلت وتطورت المكننة ، وأخذت الآلة تحل محل الجهد البدني للإنسان ، وليظل دوره في الإنتاج مقتصرأً على إدارة الآلة والرقابة عليها لتأتي بعدها الأتمتة في الأربعينيات من هذا القرن فيما يدعى بالآتمتة الصلبة ، ومن ثم ومع دخول الحاسبة أدخلت الأتمتة الناعمة في الخمسينيات التي أدت إلى إحلال الآلة محل الإنسان في الرقابة من خلال برامج الحاسبة ؛ لتبدأ مرحلة الأتمتة على أساس الحاسبة ومع استخدامات الحاسبة بدأت الأنظمة الحديثة بالظهور ، مثل : التصميم بمساعدة الحاسبة (CAD) ، والتصنيع بمساعدة الحاسبة (CAM) ، وأنظمة التصنيع المرن (CIM) ، وتخطيط التشغيل بمساعدة الحاسبة (CAPP) ، والإنسان الآلي ... إلخ . ولقد أدى استخدام التكنولوجيا الحديثة إلى زيادة كبيرة في الإنتاجية فقد أظهرت الدراسات العديدة أن التكنولوجيا هي العامل الأكثر أهمية في زيادة الإنتاجية والجدول رقم (١٢-١) يوضح حسابات ثلاث دراسات حول

مساهمة العمل ، رأس المال ، التكنولوجيا فى زيادة الإنتاجية ، حيث تراوحت مساهمة التكنولوجيا بين (٤٤-٧٧٪) فى زيادة الإنتاجية .

الجدول رقم (١٣-١) : العوامل المؤثرة فى زيادة الإنتاجية

التكنولوجيا (%)	رأس المال (%)	العمل (%)	الدراسات
٦٢	٢٠	١٨	دارسة دينسون (Denison)
٧٢	١٨	١٠	دراسة كيندريك (Kendrick)
٤٤	٤٢	١٤	دراسة كريستينسون وآخرين (Christenson et al.)
٥٩	٢٧	١٤	المتوسط

إن لتطور التكنولوجيا الحديثة وتطبيقها فى الإنتاج مسيرة طويلة زاهرة بالمساهمات الفردية فى البداية وبمساهمات الشركات والمنظمات الكثيرة فيما بعد ، كما أنه تطلب استثمارات مالية ودعمًا حكوميًا كبيراً ؛ حتى أصبح هذا التطور تعبيراً عن تطور المجتمع البشرى برمته ، وفى الفقرة الثالثة سنناقش هذا التطور ومراحله .

## ١٣- ٢ - تطور التكنولوجيا :

لقد كان العصر الذى سبق الثورة الصناعية بمثابة العصر الحرفى الذى اتسم باستخدام الأساليب اليدوية ؛ حيث كانت الأدوات بدائية فى الإنتاج وبكميات صغيرة جداً (ربما وحدة واحدة فقط) وحسب طلب الزبون مع تماثل محدود فى الوحدات المنتجة . وكان العامل الحرفى يقوم بكل العمليات المطلوبة لإنتاج الوحدة الواحدة ،

وبسبب عدم تقسيم العمل والتخصص كان العمل بطيئاً جداً ، ولقد أشار آدم سميث (A.Smith) في كتابه المعروف ثورة الأمم عام (١٧٧٦م) إلى تقسيم العمل ومزاياه الاقتصادية التي حددها في ثلاثة : زيادة براعة ومهارة العامل ، عدم الحاجة الى انتقال العامل من موقع لآخر ، وأخيراً إمكانية إدخال التحسينات على الآلات والمعدات . وهذه المزية الأخيرة تعنى أن تقسيم العمل يؤدي إلى تجزئة العملية إلى عناصر بسيطة يمكن أن تحل الآلة محل الإنسان في تأديتها ، وقد كان هذا إيذاناً ببدء عصر جديد هو عصر المكننة واقتصاديات الإنتاج والطريقة العلمية لتنظيم العمل : فقد أدى تقسيم العمل إلى تجزئة العمليات إلى عناصر صغيرة ، ومن ثم يدرب العامل على الطريقة لتأديتها بسرعة ومهارة وفق المدخل التaylorي . وهذا ما كان يرفع من إنتاجية العمل مئات المرات : ولأن كلفة العمل كانت عالية : لهذا لم تكن زيادة الإنتاجية كافية : مما كان يدفع نحو إحلال الآلة محل الإنسان كلما كان ذلك ممكناً : مما يعنى كثافة رأس المال محل كثافة العمل .

لتبرير كثافة رأس المال المستثمر في المكننة كان لابد من الإنتاج الكبير أو الواسع للاستفادة من اقتصاديات الحجم : لهذا نشأت المصانع الكبيرة التي تنتج كميات كبيرة ومتماثلة ، وتحقق ميزة الكلفة الأدنى للوحدة الواحدة الناتجة وإن كانت من جانب آخر ستعاني من نقص المرونة في الإنتاج وعدم التنوع في تلبية حاجات الزبون . وبعد التطور الكبير في المكننة ظهرت الأتمتة . فإذا كانت المكننة قد أدت إلى إحلال الآلة محل الإنسان في الإنتاج ليقصر دوره على الإشراف والرقابة : فإن الأتمتة أحلت البطاقات المثقبة والشريط المغنط (في الرقابة العددية) وبرنامج الحاسبة (في الأتمتة الناعمة) محل الإنسان في الإشراف والرقابة . والجدول رقم (١٣-٢) يوضح التطورات المهمة في تأريخ مكننة وأتمتة الإنتاج .

الجدول رقم ( ١٢-٢ ) : التطور التاريخي لأتمتة عملية الإنتاج (التصنيع)

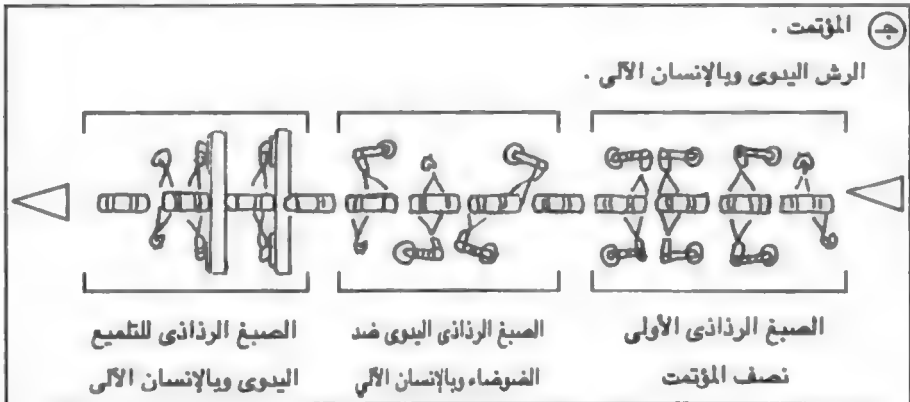
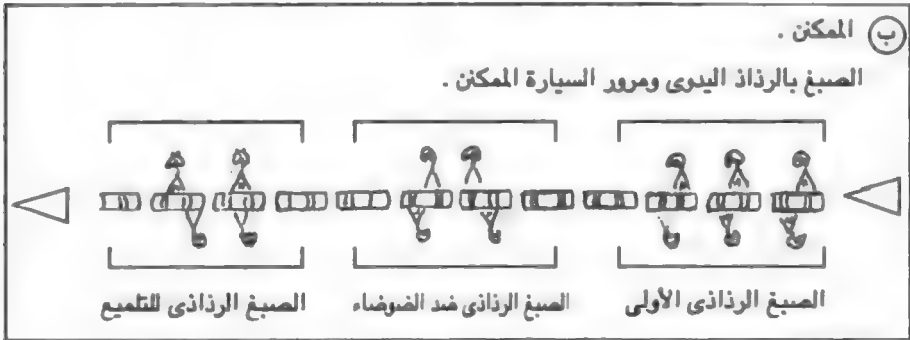
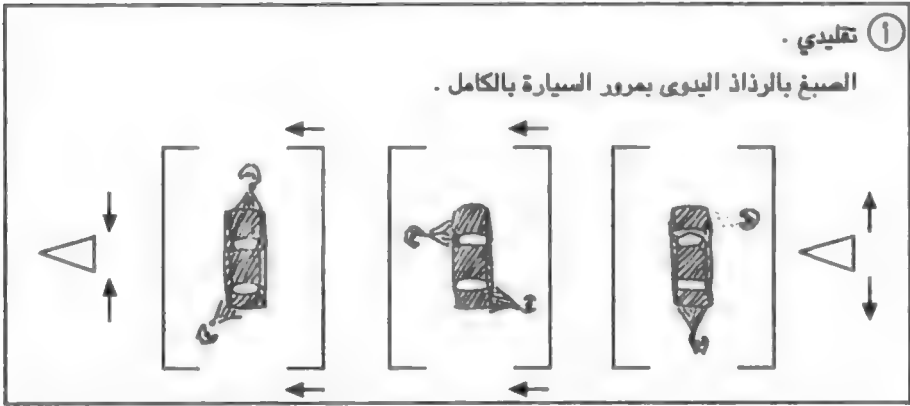
التاريخ	التطور
١٥٠٠-١٦٠٠م	- القوة المائية فى التعدين ، آلات سك العملة .
١٦٠٠-١٧٠٠م	- المخرطة اليدوية للأخشاب ، الحاسبة الميكانيكية .
١٧٠٠-١٨٠٠م	- آلة الحفر ، مخرطة القطع اللولبي ، المثقاب بالضغط .
١٨٠٠-١٩٠٠م	- مخرطة الأبراج ، آلات الطرق العامة ، الحاسبات الميكانيكية المتقدمة .
١٨٠٨م	- البطاقات المعدنية المخططة المثقبة للسيطرة الآلية لأنماط النسيج على الأنوال .
١٨٦٣م	- موسيقى البيانو الآلى .
١٩٠٠-١٩٢٠م	- المخرطة المسننة ، آلة البرم المؤتمتة ، صنع القناني المؤتمتة .
١٩٢٠م	- الاستخدام الأول للإنسان الآلى .
١٩٤٣م	- الحاسبة الإلكترونية العشرية الأولى .
١٩٤٨م	- ابتكار الترانزستور .
١٩٥٢م	- النموذج الأول لآلة الرقابة العددية (NC) .
١٩٥٤م	- تطوير اللغة الرمزية (Automatically Programmed Tool) .
١٩٥٧م	- آلات الرقابة العددية تصبح متاحة تجارياً .
١٩٥٩م	- الدوائر المتكاملة ، استخدام تكنولوجيا المجاميع (GT) .
الستينيات	- الإنسان الآلى الصناعى .
١٩٦٥م	- الدوائر ذات التكامل الكبير .
١٩٦٠م	- المسيطرات القابلة للبرمجة (Programmable Controllers 1970) .

## تابع - الجدول رقم (١٣-٢)

التاريخ	التطور
١٩٧٠	- أول نظام للتصنيع المتكامل ، اللحام الموضعى لهياكل السيارات بواسطة الإنسان الآلى .
السبعينيات	- المعالج المصغر ، الإنسان الآلى المسيطر عليه بالحاسبة الصغيرة ، توسع استخدام تكنولوجيا المجاميع ، أنظمة التصنيع المتكامل .
الثمانينيات	- الذكاء الصناعى ، الإنسان الآلى الذكى ، المتحسسات الذكية ، خلايا التصنيع اللابشرية .

إن هذا التطور فى الطريقة المستخدمة فى الإنتاج يوضحه الشكل رقم (١٣-٢) . حيث نلاحظ الطريقة اليدوية فى صبغ السيارة فى الشكل (أ) ، والتي تمثل المرحلة الأولى حيث كان الجهد البشرى هو الذى ينجز العمل فى جميع مراحلها فى الصبغ وتحريك السيارة والصبغ الرذاذى ضد الضوضاء ، وصبغ التلميع . أما فى الشكل (ب) فإن عملية الصبغ يدوية وتحريك السيارة وتوقيته يتم آلياً . وفى الشكل (ج) فإن الإنسان الآلى يمثل الأتمتة وهى المرحلة الأكثر تطوراً . إن الأتمتة يمكن أن تعرف على أنها عملية تشغيل وتآدية العمليات المتعاقبة والمحددة مسبقاً والمسيطر عليها آلياً مع أقل أو بدون عما بشرى باستخدام معدات متخصصة لتحقيق ذلك . وقد كانت البداية فى أتمتة الإنتاج تتمثل فى أساليب الإنتاج الكبير أو الواسع وآلات النقل التى طوّرت فى العشرينيات من القرن الحالى . وهذه الآلات كانت ذات آليات مؤتمتة ثابتة ومصممة لإنتاج منتجات محددة . على أن التطور الكبير فى الأتمتة كان فى أواخر الأربعينيات عند استخدام ما يسمى بالأتمتة الصلبة ، أو ما يعرف بأتمتة ديترويت .

## الشكل رقم (١٣-٣) : التطور التكنولوجي لصبغ السيارات



وقد ترافق ذلك مع الإنتاج الواسع في صناعة السيارات . إن الأتمتة الصلبة (وتسمى أحياناً الثابتة) تكون بإقامة الآلات على نحو ثابت حسب تعاقب عمليات معينة دون القدرة على إعادة ترتيب الآلات وعملياتها إلا بعد أن تحمل كلفة عالية ، والخصائص النمطية لهذا النوع من الأتمتة هي : كلفة استثمار أولية عالية ، معدلات إنتاج عالية ، ملاءمة للطلب ذي الحجم الكبيرة ، العمليات المتعاقبة تكون بسيطة عادة ومتكاملة لإنتاج جزء أو منتج معين ، عدم المرونة حيث إن التغيرات في العمليات تكون صعبة ومكلفة . وفي الخمسينيات أدخلت آلات الرقابة العددية التي أحلت الرقابة الآلية باستخدام البطاقات المثقبة والأشرطة المغنطة محل الإنسان . وفي عام ١٩٥١م استطاع (موشلي وإيكيرت Mauchly and Eckert) صنع أول حاسبة عشرية تجارية من نوع (NUIVAC) : ليفتح ذلك مرحلة جديدة في استخدام الحاسبات في الإنتاج والماكينات الأخرى ، وليبدأ استخدام آلات الرقابة العددية بالحاسبة (CNC) ، ولتطور في الخمسينيات والستينيات استخدام ما يسمى بالأتمتة الناعمة ، أو القابلة للبرمجة ، وهي الآلات المسيطر عليها من خلال برنامج الحاسبة (التعليمات) : مما أتاح استخدام هذه الأتمتة في وجبات الإنتاج الصغيرة . والخصائص النمطية لهذه الأتمتة هي :

- كلفة استثمار أولية عالية : ولكن أقل من أنظمة الأتمتة الثابتة .
- القدرة على تغيير تعاقب العمليات لتتلاءم مع اختلاف تشكيلات المنتج : حيث إن تعاقب العمليات مسيطر عليه بواسطة البرنامج (التعليمات) : وأن النظام قابل لإعادة البرمجة حسب المنتج وتغير عملياته .
- المرونة العالية تجعل النظام ملائماً لإنتاج الوجبات الصغيرة لمختلف المنتجات .
- معدلات إنتاج منخفضة نسبياً بالمقارنة مع أنظمة الأتمتة الثابتة .

وفي السبعينيات استخدمت آلات الإنسان الآلي الصناعي في العمليات الخطرة والملوثة ، كما استخدمت أنظمة التصنيع المرنة (FMS) ومن ضمنها الإنسان الآلي

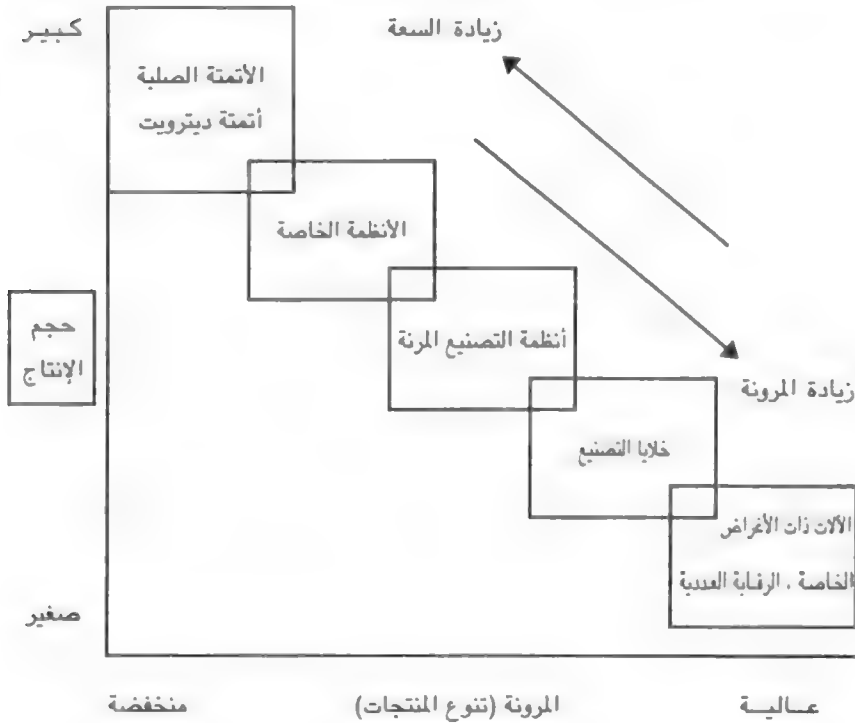
المتغير والمرن . وكانت هذه الأنظمة تتألف من خلايا التصنيع ، كل خلية تتضمن إنساناً آلياً مسيطراً عليه من خلال حاسبة مركزية . وقد قادت هذه الأنظمة إلى تطبيقات مهمة فى الثمانينيات : فأدخلت أنظمة التصميم بمساعدة الحاسبة (CAD) ، والتصنيع بمساعدة الحاسبة (CAM) ، وتخطيط التشغيل بمساعدة الحاسبة (CAPP) ، وأنظمة التصنيع المتكامل بالحاسبة (CIM) ، كما شهدت الثمانينيات تطوراً فى أتمتة المكتب وأنظمة التليماتك (Telematic S.) ، كما استخدمت لزيادة المرونة فى العمل الإدارى والإشراف على الإنتاج تطبيقات حديثة لأنظمة المعلومات الإدارية (MIS) وتطويرها إلى أنظمة دعم القرار (DSS) .

كما بدأت بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعى الذى يعنى إحلال ذكاء الحاسبة محل الذكاء الإنسانى ، ومن أمثلة هذه التطبيقات الأنظمة الخبيرة ، ومعالجة اللغة الطبيعية ، والرؤية الآلية . إن التطور الحالى يتجه نحو نمط جديد من أنماط المصانع يدعى مصنع المستقبل ، والذى سيكون مصنعاً غير بشرى ومؤتمتاً بدون أو بأقل تدخل بشرى ؛ حيث كل عمليات الفحص للمواد ، والصنع والتجميع ، والمناولة ، فحص الجودة ، والتغليف تتم بواسطة الآلات المتكاملة والمسيطر عليها بالحاسبة .

ومما يلاحظ على هذا التطور أن الأتمتة كانت تركز على الإنتاج بحجوم كبيرة ومعدل مخرجات عالٍ . وهذا ما حققته الأتمتة الصلبة التى تستخدم الآلات ذات الأغراض الخاصة التى تفتقر إلى المرونة فى الإنتاج . فرغم أن هذه الآلات تحقق استغلالاً عالياً للسعة الانتاجية ، إلا أنها تعاني من عدم المرونة والتنوع فى المنتجات . بسبب تطور السوق والحاجة إلى التقرب من الزبون وحاجاته أصبح من الضرورى تحقيق المرونة فى التصميم والتشغيل والإنتاج ، وهذا ما حققته أنظمة التصنيع المرن (FMS) والتى تحقق نسبة استغلال عالٍ للسعة الإنتاجية مع مرونة عالية نسبياً . والشكل رقم (١٣-٤) يوضح هذا التطور ، حيث الآلات ذات الأغراض العامة وآلات الرقابة العددية هى الأكثر مرونة وتحقيقاً للتنوع فى المنتجات .



الشكل رقم (١٢-٤) : مجالات تطبيق وأتمة الإنتاج



### ١٢-٣- تطبيقات التكنولوجيا الحديثة في الإنتاج :

إن تطبيقات التكنولوجيا الحديثة لا يمكن حصرها في مجال من مجالات التصنيع أو في مرحلة من مراحله ؛ حيث تتسم هذه التطبيقات بتغطية عملية التصنيع بكل مراحلها . والجدول رقم (١٢-٥) يوضح أن التكنولوجيا الحديثة غيرت العمليات المختلفة المرتبطة بالتصنيع بدءاً من تصميم المنتج وأعمال الهندسة وصولاً إلى مناولة المواد والتجميع والفحص والاختبار والمبيعات والتوزيع .

## الجدول رقم (١٣-٥) : التطورات التكنولوجية في الوظائف الصناعية

الوظيفة الصناعية	التطورات التكنولوجية المختارة
١ - تصميم المنتج	- التصميم بمساعد الحاسبة (CAD) ، تصميم القدرة على التصنيع (Manufacturability) .
٢ - التصنيع / الهندسة	- المعالجة المؤتمتة للاحتياجات والرقابة على الآلات بالاعتماد على قاعدة بيانات التصميم وبرامج الحاسبة .
٣ - الهندسة الصناعية / تخطيط الاحتياجات من المواد	- تطبيقات الحاسبات في مجال السعة ، تخطيط العمل ، الرقابة على المخزون ، الجدولة ، والرقابة على خطوط الإنتاج .
٤ - التصنيع	- الرقابة بالحاسبات على الآلات ومراكزها متعددة الوظائف .
٥ - مناولة المواد	- أنظمة الخزن والاسترجاع المؤتمتة (AS/RS) .
٦ - التجميع	- الإنسان الآلى .
٧ - الفحص / الاختبار	- الفحص البصرى المؤتمت والاختبار بمساعدة الحاسبة (CAT) .
٨ - المبيعات / التوزيع	- تطبيقات الحاسبات في التخطيط اللوجستى ، ورود الطلبات ، التنبؤ بمواعيد التسليم .

إن التكنولوجيا الحديثة تقوم على الاستخدام الواسع للحاسبات ، ولعل هذا ما يجعل الثورة الصناعية بمثابة ثورة حاسبات . والحاسبات قد تطورت بدءاً من الجيل الأول الذى استخدم الأنابيب المفرغة ، والجيل الثانى الذى استخدم الترانزستور ، والجيل الثالث الذى استخدم رقائق الدوائر المتكاملة ، والجيل الرابع الذى استخدم الدوائر المتكاملة الكبيرة جداً . والجيل الخامس الذى استخدم الذكاء الصناعى .

يمكن أن نشير إلى بعض البرامج الطموحة للكشف عن الجيل الخامس ؛ ففي اليابان تم تبني مشاريع وبرامج طويلة الأمد نسبياً لتطوير أنظمة الحساب عالية المستوى للعلم والتكنولوجيا ، وبرنامج آخر لتطوير الذكاء الاصطناعي ، وهو ما يدعى برنامج نظام حاسبات الجيل الخامس . ونعرض فيما يأتي لاستخدام الحاسبات في أنظمة الإنتاج .

### أولاً : الأتمتة الصلبة والناعمة (Hard and Soft Automation)

إن كلمة أتمتة استخدمت أول مرة من قبل (D. S. Harder) في شركة فورد الأمريكية عام ١٩٤٧م . وفي أواخر الأربعينيات تم تطوير أتمتة ديترويت التي هي عبارة عن مجموعة متكاملة من الآلات التي تقوم بسلسلة من العمليات المتعاقبة والضرورية لإنتاج المنتج بدون تدخل بشري . وهذا النوع من الأتمتة يبني عادة على أسس ثابتة لا يمكن تغييرها بسهولة ؛ لهذا كانت تدعى بالأتمتة الصلبة أو الثابتة . ومن أمثلتها الأتمتة الناقلة التي استخدمت على نطاق كبير في الإنتاج الواسع ؛ حيث الآلات متخصصة ومحددة الوظيفة ولا يمكن تعديلها أو تغييرها إلى وظيفة أو عملية أخرى إلا بعد تحويلات صعبة ومكلفة .

لهذا كان التطوير اللاحق يتجه نحو آلات ذات أغراض عامة أو متعددة مع تطوير استخدام الحاسبة في عملية البرمجة المرنة ، وهذا ما حققته الأتمتة الناعمة أو القابلة للبرمجة ؛ حيث أصبح بالإمكان إعادة برمجة الآلات بدون الحاجة إلى تغيير البرامج ، وإنما من خلال العمل على الحاسبة .

### ثانياً : الرقابة العددية (Numerical Control)

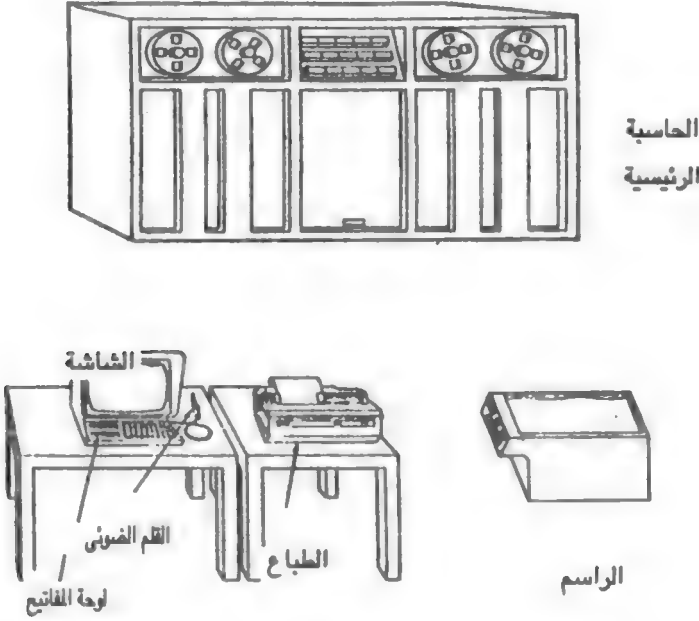
إن الرقابة العددية هي الشكل النمطي لأتمتة الرقابة بواسطة البرنامج ، حيث يتم عن طريق البطاقات المثقبة أو الأشرطة المغنطة إدخال التعليمات إلى الآلة للقيام

بالأعمال والعمليات المطلوبة . ولابد من الإشارة إلى أن فكرة نظام الرقابة بواسطة البطاقات المثقبة أدخل لأول مرة عام ١٧٢٥م من قبل بوشن (B.Bouchon) للسيطرة على الأنوال لتنسج بالطريقة المحددة . وقد وصل استعمال هذا النظام ذروته في نول جكارد عام ١٨٠٤م ، ولازال مستخدماً حتى الآن . أما الرقابة باستخدام الشريط المثقب فقد استخدمت في الولايات المتحدة عام ١٩٥٢م في آلة الطرق ذات الرقابة العديدة من قبل القوة الجوية الأمريكية . وإن آلات من هذا النوع استخدمت عملياً في المصانع عام ١٩٥٦م ، وقد كانت المشكلة الأساسية في آلات الرقابة العديدة تتمثل في عدم القدرة على إعادة البرمجة إلا بتغيير البرنامج : لهذا كان التطور اللاحق يتجه نحو تحقيق المرونة ، وهذا ما تحقق باستخدام آلات الرقابة العديدة بالحاسبة التي وفرت إمكانية إعادة البرمجة بالعمل المباشر على الحاسبة مع وجود ذاكرة خاصة بهذه الآلات يمكن استخدامها في تأدية العمليات والرقابة عليها .

### ثالثاً : التصميم بمساعدة الحاسبة (Computer Aided Design)

إن التصميم بمساعدة الحاسبة (CAD) أحد التطبيقات المهمة للحاسبة في مجال الإنتاج ، حيث كان التصميم اليدوي سواء في الرسومات على الطباعات الزرقاء أو المسودات أو النماذج المادية يمثل أسلوباً مرهقاً ومملأً وبطيئاً وأحياناً مكلفاً : لهذا فإن (CAD) ساعد من خلال الحاسبة والبرمجيات المصممة لخرن ومعالجة وتحليل وإعادة إنتاج أفكارهم وإجراء التعديلات على أي جزء من الأجزاء . والواقع أن جوهر التصميم بمساعدة الحاسبة هو استبدال التصميم اليدوي ولوحات رسم المسودات بالتصميم على شاشة المحطة الطرفية للحاسبة حيث تستخدم آلية خاصة هي القلم الضوئي لرسم التصميم على لوحة خاصة ، وفي نفس الوقت يظهر على الشاشة : ليقوم باستخدام إمكانات الحاسبة في التعديل والاسترجاع والنظر لأي جزء من أية زاوية يشاء وإدخال التعديلات على ذلك الجزء واسترجاع التصميم كله مع التعديلات ويظهر الشكل (رقم ١٣-٦) التمثيل البياني لنظام التصميم بمساعدة الحاسبة .

## الشكل رقم (١٢-٦) : التمثيل البياني لنظام التصميم بمساعدة الحاسبة (CAD)



إن الهندسة الحديثة لأنظمة (CAD) تسمح للمصممين بإنتاج نماذج هندسية ثلاثية الأبعاد ، وهذه النماذج يمكن أن تعد باستخدام النماذج الشكلية أو النماذج الصلبة، وفي النوع الأول تمثل حافات السطوح بخطوط ، أما النماذج السطحية فتسمح لوجوه الجزء المتعددة أن تعد بشكل قشرة ، في حين يتم تمثيل النماذج الصلبة بالنماذج الهندسية ثلاثية الأبعاد . وبعد إنجاز التصميم يقوم المصمم بحساب كتلة التصميم ، ويحدد حجمه ويختبر الخلوصات (الفراغات بين بعدين والسماحات ومركز نقل الجزء ، ونقاط قصوره الذاتي . وفي كل هذا ، فإن أنظمة التصميم بمساعدة الحاسبة تقدم مزايا مهمة في زيادة كفاءة التصميم وتحسين أداء المصمم . ويمكن أن نحدد المزايا التي تحققها أنظمة التصميم بمساعدة الحاسبة كالآتي :

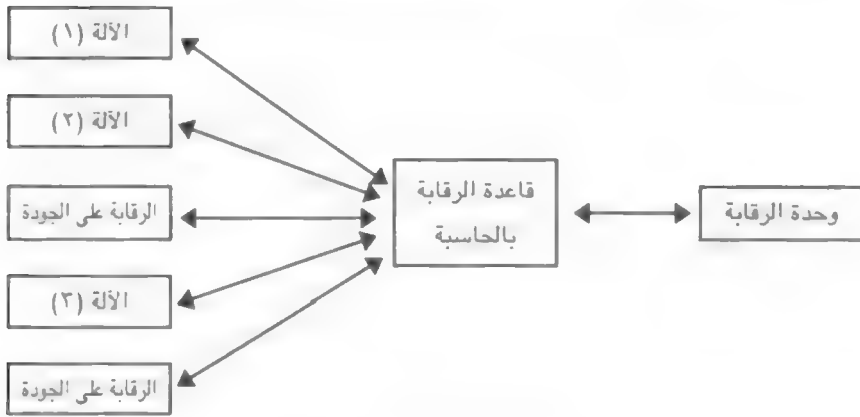
- ١- التقييم السريع للبداية : يمكن أن يسأل المصمم باستخدام التصميم بمساعدة الحاسبة ماذا يحدث للكلفة إذا تم خفض وزن أو حجم هذا الجزء ؟ وبهذا يمكن للمصمم أن يقوم بتقييم المبادلات لاختيار البديل الأفضل حيث الحاسبة تقوم بذلك بوقت قصير قد يكون عدة دقائق .
- ٢- تقليص الأخطاء : لأن استخدام التصميم بمساعدة الحاسبة يجنب المصمم العمل المرهق ويقلص الحسابات ؛ فإنه لن يرتكب الكثير من الأخطاء فى عملية التصميم .
- ٣- تدرية المخاطرة فى الأشغال : باستخدام الحاسبة فإن الاستخدامات الممكنة للمنتج يمكن أن تقيم مسبقاً ، وبهذا يتم تجنب الإخفاقات والمخاطر المترافقة معها .
- ٤- معدل عالٍ للعائد على الاستثمار : لأن وظيفة المصمم بطبيعته متكررة ومعقدة وتتطلب وقتاً طويلاً ؛ لذا فإن استخدام التصميم بمساعدة الحاسبة سيكون مفيداً بدرجة كبيرة فى كفاءة أداء العمل وتقليص الوقت ، وأن معدل العائد على الاستثمار سيتدرج بين (١-١٠) و (١-٥٠) .

#### رابعاً : التصنيع بمساعدة الحاسبة (Computer Aided Manufacturing)

إن التصنيع بمساعدة الحاسبة (CAM) يستلزم استخدام الحاسبة فى التصميم والرقابة على عملية الإنتاج (أو التصنيع) ، ويحل محل وظائف الرقابة اليدوية على معدات المعالجة والمناولة . ويمكن أن نميز فئتين أساسيتين لتطبيقات (CAM) ، الأولى : هى تطبيق التصنيع المباشر بمساعدة الحاسبة فى الرقابة على عمليات الإنتاج ، والثانية : هى تطبيق (CAM) غير المباشر على أنشطة التصنيع المساندة بضمنها الرقابة على المخزون ، تخطيط السعة ، جدولة الطلبات ، الشراء ، تخطيط الاحتياجات المادية ، الرقابة على مراكز العمل ، تقرير الجودة ، الشحن والتوزيع والأنشطة الأخرى . والواقع أن التصنيع بمساعدة الحاسبة بالأصل كان يشير إلى الآلات التى تدار ببرنامج الحاسبة ، ولكن الدلالة قد توسعت لتشمل تطبيقات الحاسبة على أنشطة التصنيع بشكل مباشر أو غير مباشر ، وتطبيقات (CNC) ، والإنسان الآلى ، والمسيطرات

القابلة للبرمجة ، والمعالجات المصغرة ، أنظمة الخزن والاسترجاع المؤتمت (AS/RS) ، وأنظمة التصنيع المرن (FMS) ، والاختبار بمساعدة الحاسبة (CAT) وتخطيط التشغيل بمساعدة الحاسبة (CAPP) . ويوضح الشكل رقم (١٣-٧) التمثيل البياني لنظام التصنيع بمساعدة الحاسبة .

الشكل رقم (١٣-٧) : التمثيل البياني للتصنيع بمساعدة الحاسبة



لا بد من أن نشير إلى أن لهذا النظام تأثيرات مهمة على عملية الإنتاج والتصنيع ، وكذلك على الأساليب الإدارية المتبعة ، فعلى صعيد عملية الإنتاج ، فإن فاعلية التصنيع بمساعدة الحاسبة تعتمد على كفاءة ومرونة البرمجيات المستخدمة : لهذا نجد أن الشركات وبيوت خبرة الحاسبات طورت عدداً من رزم برامج الحاسبة ، فمثلاً معهد إلينوى لبحوث التكنولوجيا قدم برامج عديدة منها : توازن الخط بمساعدة الحاسبة (CALB) ، محاكي خط التجميع العام (GALS) ، وتحميل الآلة بمساعدة الحاسبة (CAMEL) ، جدولة الوجبة بمساعدة الحاسبة (CABS) ، ومحاكي التصنيع (MS) . إن مزايا تطبيق التصنيع بمساعدة الحاسبة تتمثل في الآتي :

أ - تحسين استغلال الموارد : إن العمال في المصانع ذات الإدارات الجيدة ينفقون (١٥-٣٠٪) من وقتهم في انتظار الأجزاء والأدوات وتعليمات المشرفين ، في حين أن التصنيع بمساعدة الحاسبة سيخفض ذلك الوقت العاطل بشكل كبير من خلال الجدولة الجيدة .

ب - تخفيض مستويات وكلف المخزون : حيث إن استخدام التصنيع بمساعدة الحاسبة يساعد على تحقيق جدولة كفئة وتخطيط جيد للسعة والاحتياجات المادية : مما يؤدي إلى تقليص كبير في حجم المخزون .

ج - تحقيق المرونة العالية في الإنتاج : حيث إن استخدام التصنيع بمساعدة الحاسبة يوفر المرونة العالية في معالجة الأجزاء والمنتجات : مما يساعد على تحقيق استجابة أفضل لاحتاجات الزبون في السوق .

د - تحقيق تكامل أفضل : إن تطبيق التصنيع بمساعدة الحاسبة يوفر بيانات سريعة ودقيقة عن عملية الإنتاج يمكن الاستفادة منها في الأقسام الأخرى ، كما أن هذا التطبيق يمكن أن يكون مقدمة لتطبيقات لاحقة في الوظائف الأخرى كالتصميم من خلال (CAD/CAM) والتسويق والبحث والتطوير وغيرها من خلال (CIM) .

من جانب آخر فإن تطبيقات (CAM) يمكن أن تواجه بعض المشكلات نوجزها في الآتي :

أ - نقص المعرفة والخبرة بالحاسبة : حيث إن هذا النقص يقلص من كفاءة استخدام التصنيع بمساعدة الحاسبة .

ب - الكلف الأولية العالية : هذه الكلف تتعلق بالأجهزة والبرمجيات ، والتي يمكن أن تتزايد بشكل غير متوقع مع زيادة وتوسيع استخدام التصنيع بمساعدة الحاسبة لتغطية أنشطة التصنيع المساندة .

ج - الاستخدام غير الملائم لقاعدة البيانات والبرمجيات لعمليات الإنتاج : مما يقلص من فاعلية التصنيع بمساعدة الحاسبة .

وبعد فإن استخدام تطبيقات التصنيع بمساعدة الحاسبة في الإنتاج يتطلب أساليب إدارية جديدة على مدير الإنتاج أن يطور مهاراته فيها : لأنها ستكون ذات تأثير كبير على نجاح أو إخفاق هذه التطبيقات .



### خامساً : تخطيط التشغيل بمساعدة الحاسبة (Computer Aided Process Planning)

إن تخطيط التشغيل بمساعدة الحاسبة (CAPP) يستخدم من قبل مخططي الإنتاج للتوصل إلى التعاقب الأمثل والتحديد الأفضل للآلات التي تستخدم في خطة التشغيل لإنتاج جزء مهم من الأجزاء . إن تصميم الجزء المطلوب لكي يتم إنتاجه لابد من تحليله على أساس هندسى ؛ من أجل تصميم عملية الإنتاج والتجميع من خلال الهندسة بمساعدة الحاسبة (Engineering Aided Computer) ، وهذه تتداخل مع تخطيط التشغيل بمساعدة الحاسبة التي تتضمن استخدام كل البيانات الهندسية وخطط التشغيل السابقة المخزنة في الحاسبة ؛ من أجل التوصل إلى أفضل خطة تشغيل للجزء المراد إنتاجه ؛ حيث إن هذه الخطة تحدد تعاقب العمليات الضرورية لصنع الجزء وتحديد الآلات التي ينفذ عليها وأوقات العمليات وإجراءات الإعداد ؛ مما يساعد بذلك على التوصل إلى الجدولة المثلى .

ومن أجل الوقوف حول أهمية (CAPP) نشير إلى أن الشركات الكبيرة تواجه عدداً كبيراً جداً من خطط التشغيل التي يمكن ترشيدها وتقليصها بشكل كبير باستخدام الحاسبة ؛ فقد أعلنت إحدى الشركات أنها طورت (٤٧٧) خطة تشغيل من أجل (٢٢٣) منتجاً مختلفاً ، وبعد دراسة هذه الخطط ظهر أنه بالإمكان حذف (٤٠٠) خطة منها . وأن شركة أخرى وضعت (٨٧) خطة تشغيل تستخدم (٥١) آلة لإنتاج (١٥٠) جزءاً ، وبعد المراجعة تم الكشف عن إمكانية إنتاج هذه الأجزاء باستخدام (٨) آلات فقط ومن خلال (٣١) خطة تشغيل . وهكذا يمكن للحاسبة أن تخزن خطط التشغيل السابقة ، وعند الحاجة لإنتاج أى جزء يمكن بواسطة الحاسبة التوصل إلى أفضل خطة تشغيل لهذا الجزء في ضوء البيانات المقدمة عنه .

هناك مدخلان لتطوير خطط التشغيل في نظام (CAPP) :

١- المدخل المتغير (Variet Approach) الذى يقوم على إعداد خطة تشغيل قياسية أحياناً أكثر من خطة بديلة للجزء الرئيسى حيث تستخدم للأجزاء المشوهة أو الغريبة (ضمن عائلة الجزء) ، وهذا المدخل يستخدم أساليب التصنيف والترميز للأجزاء لتحديد خصائصها للاعتماد مع خطة التشغيل للجزء الرئيسى أو عند استرجاع أفضل خطة تشغيل لذلك الجزء المطلوب إنتاجه . وفى حالة عدم وجود

خطة تشغيل يبدأ البرنامج بالبحث عن مسار وتعاقب العمليات لأجزاء مختلفة : لكي يتوصل المخطط إلى خطة تشغيل تعرض على شاشة الحاسبة لتقييمها قبل الطبع .

٢- المدخل التوليدي (The Generative Approach) الذي يقوم على وضع خطة تشغيل في ضوء المعلومات في قاعدة بيانات التصنيع مع الاستعانة بمجموعة أسئلة تعرض على شاشة الحاسبة لتحديد الجزء بشكل تفصيلي ومختلف عمليات الإنتاج وقدراتها للتوصل إلى خطة التشغيل الملزمة التي تكون أفضل خطة لذلك الجزء في ضوء البيانات المتاحة .

لا بد من التأكيد على أن تكنولوجيا المجاميع (GT) تعتبر مثالية بالنسبة لنظام (CAPP) فبدلاً من أن يراجع مهندس التشغيل المخططات والرسوم : ليحدد الآلة الملزمة لصنع الجزء فإنه يمكن من خلال خصائص الجزء التي تحدد رمزه ، أن يحدد مساره الإنتاجي وتعاقب عمليات إنتاجه . وهكذا يمكن استخدام أهم مزايا تكنولوجيا المجاميع (GT) المتمثلة في نظام الترميز القياسي للأجزاء في وضع وتطوير واسترجاع خطط التشغيل .

يلاحظ في الفترة الأخيرة استخدام أساليب الذكاء الصناعي (AI) في معالجة مشكلة تخطيط التشغيل : حيث إن الأنظمة القائمة على المعرفة توفر قدرات إضافية كبيرة في التوصل إلى أفضل خطة تشغيل من الخبرة المكتسبة من تخطيط مختلف الأجزاء .

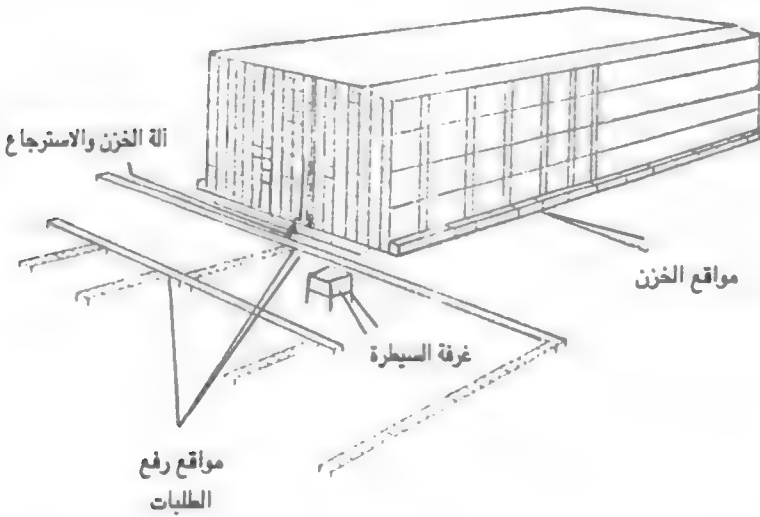
#### سادساً : أنظمة التخزين والاسترجاع المؤتمتة (Automated Storage and Retrieval Systems)

إن نظام التخزين والاسترجاع المؤتمت (AS/RS) ، ويدعى أحياناً المستودع المؤتمت يستخدم في الخدمة المخزنية والرقابة على المخزون : فهو نظام يخزن ويسترجع المواد باستخدام رافعة مؤتمتة تعمل تحت رقابة الحاسبة . إن هذا النظام يحدد وصول كل حشية باستخدام تكنولوجيا الرمز الشريطي ، ويختار الموقع الشاغر الملثم على رفوف المخزن ، ويوجه الرافعة لتحريك الحشية إلى الموقع ، وبعد خزن المواد يمكن استرجاعها : حيث إن الحاسبة تحدد موقع الخزن وتوجه الرافعة المؤتمتة إلى الموقع المحدد لاسترجاعها .

إن أنظمة (AS/RS) أصبحت شائعة الاستعمال ، وتستخدم بأنواع عديدة ولأغراض متعددة ؛ فهناك الأنظمة كبيرة الحجم ، كما فى المستودعات الكبيرة ذات الأعمال الثقيلة ، وأنظمة التحميل الصغيرة ، والتي تستخدم فى عمليات التجميع لجعل الخزن فى المصنع أكثر مرونة واستجابة لحاجات الإنتاج ؛ فهى تسمح بتخزين الأجزاء غير المنتهية قرب الإنتاج ؛ مما يقلص المخزون الانتقالي وبالتالي مستويات المخزون عموماً . وهناك أيضاً أنظمة الأحمال الصغيرة وهى أصغر من النوع السابق وتستخدم لحمولات صغيرة الحجم ، وتجهز من موقع الخزن إلى مراكز العمل .

تتألف أنظمة (AS/RS) عموماً من أربعة مكونات هى : تركيب المخزن ، آلات الخزن والاسترجاع ، أجهزة النقل (كأحزمة النقل والرافعات الشوكية والسيارات بدون سائق) ، وأخيراً الحاسبات للسيطرة على عمليات الخزن والاسترجاع ضمن هذه الأنظمة . والشكل رقم (١٣-٨) يظهر مكونات (AS/RS) .

الشكل رقم (١٣-٨) : مكونات نظام الخزن والاسترجاع المؤتمت (AS/RS)



## مابعا : تكنولوجيا الرمز الشريطي (Bar Code Technology)

طريقة أكثر شعبية في الاستخدام لتحديد المؤتمت للمواد في مبيعات الجملة والخزن في المصانع ، والشكل رقم (١٢-٩) يوضح نموذجاً للرمز الشريطي ، وكما يظهر من الشكل العام للرمز الشريطي أنه يتكون من أشرطة متباينة السمك وحيز يفصل ما بين شريط وآخر : حيث إن نمط الأشرطة والحيز يكون مرمزاً ليمثل خصائص رقمية - أبجدية .

### الشكل رقم (١٢-٩) : نموذج للرمز الشريطي



إن قارئ الرمز الشريطي يقوم بحل الشفرة من خلال تعاقب هذه الأشرطة ، كما توجد في الشكل مجموعة أرقام ، فالرقم على الجانب الأيسر يحدد معرض أو مخزن المادة ، والأرقام الخمسة الأولى من اليسار تشير إلى المنتج والخمسة الثانية تشير إلى خصائص المنتج : وهذا ما يشيع في الاستخدام التجاري حيث يستخدم الرمز الشريطي الدولي أو ما يدعى (١٠) (Digit Code Bar) وفي المنتجات ذات الأغلفة الصغيرة كالعلك مثلاً يستخدم أقل (٦) أرقام .

تتكون تكنولوجيا الرمز الشريطي من : رموز الرمز الشريطي (وهي إما الرمز الشريطي الدولي أو الرمز الشريطي القياسي ، أو ما يدعى (Code 39) ، قارئ الرمز

الشريطى الذى يستخدم أشعة ليزرية لقراءة الرمز الشريطى باللامسة أو الاقتراب من الرمز ، وطباع الرمز الشريطى ، والواقع أن هذه التكنولوجيا وفرت مزايًا كبيرة فى الرقابة والاسترجاع للمواد المخزنية والمعلومات المرتبطة بها بسرعة وبدقة عالية ؛ مما يحسّن مستوى الخدمة للزبون من خلال الرقابة الفعالة على المواد والمنتجات فى المخازن .

### ثامنا : التصميم / التصنيع بمساندة الحاسبة ( CAD/CAM )

إن أنظمة (CAD/CAM) مصممة لتحقيق تكامل التصميم والهندسة والإنتاج ؛ حيث إن هذا التكامل يمثل ميزة كبيرة فى تحقيق الاستخدام الكفء للبيانات المتاحة للتوصل إلى التصميم الملائم لقدرات التصنيع . ولاشك فى أن هذا التكامل يؤدي إلى معالجة مشكلة أساسية تتمثل فى تباين منظور التصميم فى تحديد الأشكال والأبعاد وكذلك الخصائص ومنظور الإنتاج أو التصنيع من حيث قدرات الآلات وتعاقب العمليات وجودة المواد والمهارات ؛ لهذا فإن الأنظمة المتكاملة (CAD/CAM) تحقق هذه الميزة التى تؤدي إلى أفضل استغلال لخبرات ومهارات التصميم والهندسة والتصنيع . ويلاحظ أننا نشير إلى الأنشطة الهندسية ؛ وذلك لأن الخصائص الأساسية للتصنيع فى الوقت الحاضر تجعل الهندسة بمساندة الحاسبة (CAE) جزءاً مهماً من عملية التكامل كما سنوضح ذلك فى الفقرة التالية) .

إن النظام الفرعى (CAD) فى هذا التكامل يسمح للمصمم أن يبدع ويصمم ويضع المسودة ، ويحلل نموذج المنتج باستخدام الأشكال البيانية المعروضة على الشاشة بمساندة الحاسبة ؛ حيث إنه يستطيع الاستعانة بقاعدة البيانات الهندسية حول المنتج وتركيبته الفنية وأجزاء المنتج وخصائصها . كما يمكن أن يحاكي الظروف الميدانية وصولاً إلى أفضل تقييم للمنتج والأجزاء فى مرحلة التصميم . فى حين أن النظام الفرعى (CAM) فى هذا التكامل ينقل التصميم النهائى للنظام الفرعى (CAD) إلى مرحلة التصنيع أو التجميع ؛ حيث يساعد (CAM) فى جدولة الإنتاج ومناولة المواد وتشغيل الآلات وبرمجتها لتأدية العمليات المطلوبة بشكل يحقق الدقة والسرعة

والاعتمادية والتوقيت الملائم في إنتاج الأجزاء والتجميعات الفرعية . وبهذه الطريقة يكون التكامل عملية ضرورية في توحيد وتطوير الإمكانيات ، وكذلك تحقيق المرونة العالية في مرحلتى التصميم والتصنيع ؛ مما يساعد على تحقيق استجابة أفضل للسوق . وللكشف عن كفاءة النظام المتكامل (CAD/CAM) نشير إلى أن شركة جنرال موتورز الأمريكية أدخلت البرنامج الجديد في عام ١٩٧٣م والذي ساعد على تصميم نماذج السيارات الجديدة بوقت أقل من (٩) أشهر عن الوقت الأصلي ، وكان هذا يعود إلى توفير الوقت الناجم عن تصميم النموذج الأول (Prototype) باستخدام المحاكاة وتعجيل عملية الإعداد للتصنيع . ولا شك في أن ميزة التكامل التي يحققها هذا النظام تؤثر في جميع الوظائف أو الأنشطة ذات العلاقة بالإنتاج ، ويوضح الشكل رقم (١٣-١٠) أن كل وظائف نظام (CAD/CAM) تركز على قاعدة بيانات تشتمل على الرسومات ، قائمة المواد (BOM) ، الطرق الفنية للمنتوج ، والبيانات الضرورية الأخرى .

الشكل رقم (١٣-١٠) : قاعدة بيانات (CAD/CAM)



إن المزايا التي يحققها (CAD/CAM) تجمع مزايا كل من التصميم بمساعدة الحاسبة (CAD) والتصنيع بمساعدة الحاسبة (CAM) بشكل أكبر جراء التكامل الذي يتحقق . وقد أظهر مسح أجرى على (٣٠٠) شركة لتحديد المنافع التي يحققها هذا النظام المتكامل : فكانت النتيجة أن (٥٦٪) أكدوا زيادة الإنتاجية ، و(٢٥٪) أكدوا تحسين الجودة ، و(١٧٪) تخفيض وقت الانتظار و(٢٠٪) للايفاء بمتطلبات العقود .

### تاسعا : أنظمة التصنيع المرنة (Flexible Manufacturing Systems)

إن أنظمة التصنيع المرن (FMS) تتميز بتحقيق مرونة عالية بإنتاج منتجات وأجزاء متنوعة على مجموعة من الآلات بحجوم متوسطة : لذا فإنها تقع ما بين آلات الأتمتة الصلبة (ومثالها خط النقل) التي تكون بدون مرونة وتنتج بحجوم كبيرة ، وآلات الأتمتة الناعمة أو المرنة (ومثالها الرقابة العددية بالحاسبة CNC) التي تتميز بالمرونة العالية والإنتاج بكميات صغيرة . ويمكن أن نعرف أنظمة التصنيع المرن بأنها مجموعة الآلات المتصلة بواسطة نظام مناولة المواد والمسيطر عليها كلياً بالحاسبة والتي يمكن أن تعالج بشكل متزامن أجزاءً متنوعة بحجوم متوسطة وهي تتألف من :

- مجموعة محطات آلية .

- آلية النقل التي قد تكون معدات النقل أو حزاماً ناقلاً ثابتاً يوصل ما بين المحطات .
- الحاسبة المركزية التي تشرف وتسيطر على جميع العمليات في المحطات .

في هذا النظام فإن الأجزاء تدخل وتترك التصنيع المرن عند موقع محدد ، وتنقل آلية المناولة - بشكل مؤتمت - هذه الأجزاء إلى الآلات المطلوبة حسب خطة التشغيل أو بمسار فني محدد مسبقاً ، وبسبب تنوع المنتجات فإن المسارات الفنية تختلف حسب ذلك : لهذا فإن القائم بالجدولة هو الذي يحدد المسار النهائي بعد أن يحصل على البيانات الخاصة بالمنتوج وجدول الاحتياجات : فيقوم بتحديد الآلات التي ستقوم بإنتاج الجزء . ولابد من أن نشير إلى أن تطور أنظمة التصنيع المرن ضروري : لأنه يعد خطوة أساسية على طريق التطور وصولاً إلى نظام التصنيع المتكامل (CIM) ،

كما أنه يوفر القدرة والخبرة للتعامل مع المرونة التي يمكن أن نحدد لها ثمانية أنماط في سياق نظام (FMS) :

١ - مرونة الآلات : تشير إلى سهولة القيام بالتغيرات المطلوبة لإنتاج مجموعة من أنواع الجزء .

٢ - مرونة التشغيل : تشير إلى القدرة على إنتاج مزيج من الأعمال .

٣ - مرونة المنتج : تشير إلى القدرة على التغير السريع : لغرض إنتاج منتجات جديدة بشكل اقتصادي .

٤ - مرونة المسار الفني : تشير إلى القدرة على التعامل مع الأعطال : من أجل الاستمرار في إنتاج مجموعة من أنواع الجزء .

٥ - مرونة الحجم : تشير إلى القدرة على استخدام أنظمة التصنيع المرن عند حجوم الإنتاج المختلفة .

٦ - مرونة التوسع : تشير إلى القدرة على توسيع أنظمة التصنيع المرن في الحدود المطلوبة بسهولة .

٧ - مرونة العملية : هي القدرة على التحويل المتبادل للطلبات على العمليات لكل نوع من الجزء .

٨ - مرونة الإنتاج : تشير إلى ما هو مشترك في الجزء الذي يتم إنتاجه في نظام التصنيع المرن ، أي هل أن الجزء ذو أنواع واسعة التنوع ، أم أنه محدود التنوع : مما يحدد من مرونة الإنتاج .

يمكن أن نشير إلى المزايا التي يحققها استخدام أنظمة التصنيع المرن وفي مقدمتها مرونة الإنتاج التي تسمح بالتغيرات السريعة وغير المكلفة في المنتجات والأجزاء بما يحقق كفاءة عالية في نمط الصنع من أجل الطلبية الذي ينسجم مع اتجاهات الزبون الذي يطلب المزيد من التنوع في المنتجات مع تخفيض تكلفة العمل المباشر : حيث أن أنظمة التصنيع المرن يمكن أن تدار وتحقق مناولة المواد والتغيرات في الآلات : أقل . كما أنه يضمن رقابة أفضل على العمليات مع تحقيق جودة متسقة : من التغير الحاصل جراء العمل البشري سيزول بدرجة كبيرة . ففي إحدى الشركات كان استخدام أنظمة التصنيع المرن سبباً في خفض نسبة التلف من (١٠٪) إلى (٢٪) . وأخيراً خفض الاستثمار الرأسمالي : حيث إنه يحقق استغلال الآلات



بكفاءة أكبر ثلاث مرات من الآلات التقليدية مع حركة مواد أسرع ومخزون أقل وحيز مكاني أصغر .

ومن جهة أخرى ، فإن هناك محددات عديدة لاستخدام أنظمة التصنيع المرن وفي مقدمتها أن الشركات قد لا تفضل الاستثمارات الكبيرة في التكنولوجيا كالتى يفرضها الاستخدام الجديد لنظام التصنيع المرن ، وتفضل عليه الإدخال التدريجي للآلات ، كما أن (FMS) تتطلب تهيئة واسعة : من أجل الاستخدام بكفاءة ، فإلى جانب المهارات والطرق الجديدة المطلوبة فى الإشراف والجدولة " فإنها تتطلب معالجة جديدة لتصنيف وترميز الأجزاء كالتى توفرها تكنولوجيا المجاميع للأجزاء ، وهذا يتطلب استثماراً إضافياً . وأخيراً فإن (FMS) لا تمثل الدواء العام لكل مشكلات الإنتاج ، بل إنها قد توجد ميلاً نحو المزيد من الاستثمارات الكبيرة ، خاصة أنها تظهر بمثابة نظام تصنيع متكامل صغير (Mini CIM Systems) لذلك فإنها مرحلة لابد من اجتيازها .

### عاشرا : التصنيع المتكامل بالحاسبة (Computer Integrated Manufacturing)

إن التصنيع المتكامل بالحاسبة (CIM) يغطى نطاقاً أوسع فى التكامل من بقية الأنظمة : فهو يمثل متكاملأ أشمل من نظام (CAD/CAM) ، من حيث إنه يمتد ليشمل وظائف أخرى ، كما هو الحال فى التسويق ، إدخال الطلبية ، الصيانة ، الحاسبة ، الشحن ... إلخ . وبفعل هذا التكامل الواسع : فإنه يحمل بدايات مصنع المستقبل كامل الأتمتة ، ويمكن تعريف التصنيع المتكامل بالحاسبة بأنه مجموعة متكاملة من الوظائف والأنظمة الفرعية بدءاً من التسويق (تحديد احتياجات وطلبات الزبائن) ، ومروراً بالتصميم والهندسة والإنتاج والأنشطة المساندة وصولاً إلى شحن المنتج ، والتي تتم الرقابة عليها بمساندة الحاسبة . والواقع أن الشركات التى تتبنى التصنيع المتكامل بالحاسبة تعمل على خلق قاعدة بيانات مشتركة توفر علاقات متبادلة مابين الأنظمة فى الشركة بما يسمح بتبادل المعلومات بينها . وبهذه الطريقة فإن (CIM) يزيل الازدواجية فى جمع المعلومات ، ويحقق سرعة عالية فى تدفق المعلومات .

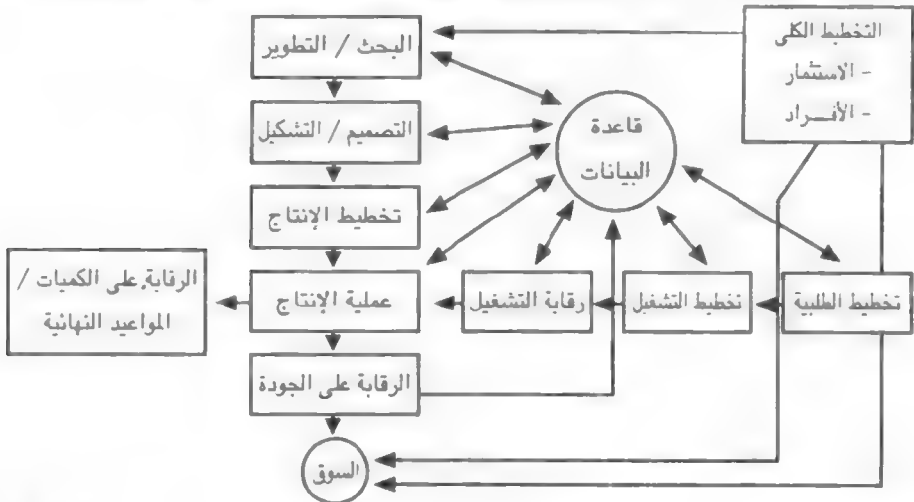
ومن الواضح أن هذا التكامل الذى يحققه (CIM) لا يمثل مسألة فنية - معلوماتية فقط ، وإنما هو فى جوهره يمثل مسألة إدارية : لهذا فإن التكامل فى نظام (CIM) يمكن تحديده فى جانبين أساسيين هما :

أ - التكامل الأفقى (Horizontal Integration) : حيث إن (CIM) يغطى ما قبل عملية الإنتاج (وضع الطلبية وتخطيط التشغيل) وما بعد عملية الإنتاج (مثل الرقابة على الكميات والمواعيد الأخيرة) .

ب- التكامل العمودى (Vertical Integration) : حيث إن (CIM) يحقق تكامل أنظمة التصميم بمساعدة الحاسبة (CAD) أو الهندسة بمساعدة الحاسبة (CAE) ، والتصنيع بمساعدة الحاسبة (CAM) لتغطية العملية كلها من التصميم إلى إنتاج المنتج وحتى شحنها. إن الشكل رقم (١٢-١١) يوضح التكامل الأفقى والعمودى لنظام المعلومات فى (CIM) فى الشركة .

إن مزايا التصنيع المتكامل للحاسبة تتمثل فى خفض كلفة العمل المباشر : حيث إنه يقلص حجم العمل المباشر بشكل كبير ، كما أنه يساعد بدرجة كبيرة على تحقيق التكامل ما بين الأنظمة التى يتزايد استخدام التكنولوجيا الحديثة فيها باستمرار فى الوظائف المختلفة ، كما يحقق مستوى عالياً من استغلال السعة المتاحة تتراوح ما بين (٧٠-٩٠ ٪) رغم المرونة العالية التى يمكن أن يحققها بسبب استخدام الحاسبة فى الرقابة على التصميم والهندسة والإنتاج والاستجابة للسوق .

الشكل رقم (١٢-١١) : التكامل الأفقى والعمودى لنظام المعلومات فى (CIM)



ومن جهة أخرى فإن التصنيع المتكامل بالحاسبة (CIM) يتطلب استثمارات مالية كبيرة . كما أن كفاءة الاستخدام لهذا النظام تتطلب مهارات فنية وإدارية لابد من تهيئتها لضمان الكفاءة : لتظل الملاحظة الأخيرة هي أن بعض المحاولات تجرى من أجل توسيع التكامل إلى ما هو خارج التصنيع وأنشطته المساندة . والشكل رقم (١٢-١٣) يوضح الرؤية الأوسع للأعمال المتكاملة بالحاسبة مقارنة مع (CIM) .

هذه الرؤية تنسجم مع ما ينادى به البعض حول الأعمال المتكاملة بالحاسبة بوصفها نظاماً أشمل نطاقاً وأوسع تكاملاً على مستوى أعلى من مستوى الجدران الأربعة للتصنيع المتكامل بالحاسبة (CIM) . وبهذا يمكن شمول وظائف أخرى بالنظام كالمبيعات والبائعين والمجهزين فتكون متكاملة مع (CIM) . والواقع أن هذا الاتجاه ينسجم مع الرؤية الكلية للشركات والأعمال حيث : إن التأكيد يتزايد في أن تكون الوظائف المختلفة في خدمة أهداف الأعمال .

الشكل رقم (١٢-١٣) : نطاق الأعمال المتكاملة بالحاسبة



## أحد عشر : الإنسان الآلى الصناعى (Industrial Robot)

يعتبر الإنسان الآلى من الإنجازات المهمة للتكنولوجيا الحديثة ، ورغم أن الإنسان الآلى لم يأخذ شكل الإنسان وصورته : إلا أن التسمية تعكس بشكل واضح طموح الإنسان فى أن يخلق نظيره ليس فقط فى القدرة وإنما أيضاً فى الشكل والصورة . ويمكن تعريف الإنسان الآلى بأنه جهاز قابل لإعادة البرمجة ومصمم لمعالجة ونقل القطع والآلات ، أو القيام بأعمال صناعية معينة من خلال حركات مبرمجة متغيرة ، وقد يعرف بأنه آلات ذات أغراض عامة قابلة للبرمجة لديها بعض السمات الجسمانية بهيئة بشرية ، والتي تستخدم لمناولة الأجزاء ، التحميل ، التفريغ ، الصبغ الرذاذى ، اللحام والتجميع .

ومن ناحية تاريخية : فإن مصطلح الإنسان الآلى (Robot) أدخل فى عام ١٩٢٠ م . ومع أن كتاب الإنسان الآلى الذى قدمه (ريتشارد باوسن R.Powson) يشتمل على نماذج ومحاولات على الإنسان الآلى (وأيضاً الؤزة الآلية) سبقت ذلك بقرون عديدة ، إلا أن هذه النماذج كانت أجهزة ميكانيكية وليس إنساناً آلياً بالمعنى الحديث . وفى عام ١٩٢٧م وضع (وينسلى R.J.Wensley) من شركة وستنكهاوس آلة تشبه الإنسان الآلى هى التليفوكس (Televox) . ويعود تطور الإنسان الآلى إلى الفكرة الساندة فى مجال الإنتاج . حيث إن العمل يجرى إلى عمليات صغيرة وبسيطة يمكن إنجازها بسرعة كبيرة من قبل العامل يتم تدريبه عليها ويقوم بتكرارها وبشكل مستمر . وفيما بعد فإن أغلب هذه العمليات أخذت تؤدى آلياً من خلال المكننة والأتمة . وخلال الستينيات قام الإنسان الآلى بإنجاز بعض العمليات البسيطة فى صناعة السيارات . ولكن فى السبعينيات استخدمت تكنولوجيا الحاسبات فى الإنسان الآلى ليتحول إلى آلات قابلة للبرمجة . وفى الثمانينيات بدأ الإنسان الآلى ذو الإدراك الحسى ، والذى يدعى أحياناً الإنسان الآلى الذكى وهو الجيل الثالث الذى دخل فى الاستخدام (والإطار رقم ١٣-١٠ يقدم بيانات إضافية عن المساهمين فى تطور الإنسان الآلى) .

ولقد حقق استخدام الإنسان الآلى قبولاً كبيراً : وذلك لأنه يحل محل الإنسان العامل فى الأعمال الخطرة والملوثة والصعبة جداً ، إضافة إلى استخدامه فى

مواقع عمل لا يمكن للإنسان العمل فيها كما في العربات المسيطر عليها عن بعد التي تعمل تحت الماء ، أو الإنسان الآلي المزود بآلة تصوير للعمل تحت الأرض في الأنفاق الخاصة بالتنظيف أو متابعة خطوط الأسلاك تحت الأرض ، وكذلك تلك التي تعمل في الفضاء الخارجي وهذه الاستخدامات في تزايد مستمر وتنوع دائم . ويتكون الإنسان الآلي من الأجزاء الآتية :

أ - نظام تحريك الأجزاء : هو ما يمثل التركيب الميكانيكي لضمان حركة الأجزاء فيه .

ب - الذراع : هو الجزء المفصلي الذي يدور أو يتحرك في الإنسان الآلي .

ج - الرسغ : هو الجزء المنتهى من الذراع المفصلي .

د - القبضة : هي النهاية الفعالة للقبض والإمساك .

هـ - اليد : هي جزء من القبضة التي تتألف من فكي الكماشة القادرة على الإمساك .

إن نظام الرقابة في الإنسان الآلي يتباين من نظام التوجيه الآلي ، كما في إنسان التعلم اليدوي الآلي كما في الشكل رقم (١٢-١٣) ، والنظام الميكانيكي - الكهربائي البسيط مع جهاز توجيه للحركة والتوقف والاتجاه ... إلخ .

\* إطار رقم (١٢-١٣)

المساهمون في تطور الإنسان الآلي الحديث :

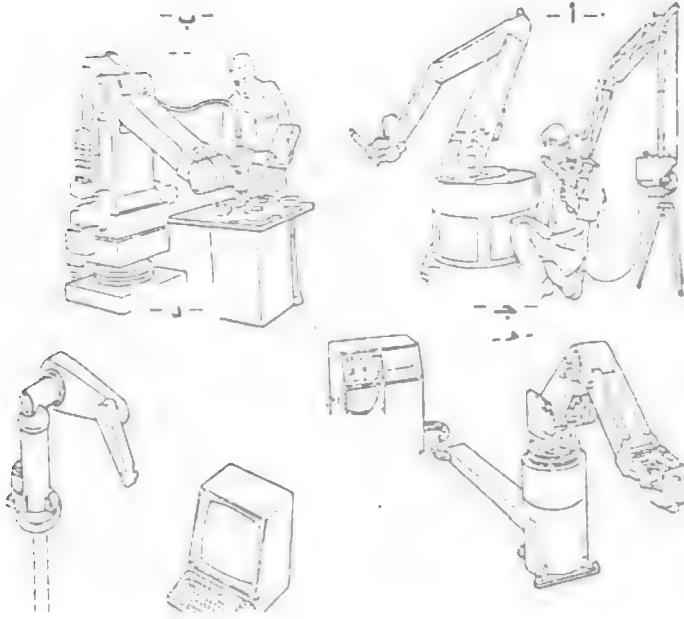
- جارس بابيج (١٨١٢م) (Ch.Babbage) أبو الحاسبة الحديثة .
- نوبرت وينر (N.Wiener) : وهو مؤسس علم السيبرانية (Cybernetics) (دراسة أنظمة الرقابة في البشر والآلات) ، وكان يحلم بما يدعو الإنسان السيبراني (Cyberman) الذي هو نصف إنسان ونصف آلة .
- آلن تورنك (A.Turing) : الرياضي البريطاني الذي عمل على أول حاسبة بريطانية ، والذي اقترح أول اختبار نظري لذكاء الآلات .
- كلاود شانون (C.Shannon 1938) : أكد على أن المرحلة الكهربائية (Electrical Relay) يمكن أن تقوم بعمليات منطقية : ليبتكر بعدئذ النظرية العامة للمعلومات .

تابع الإطار رقم (١٣-١)

- كرى والتر (G.Walter) : أواخر الأربعينيات قام ببناء مجموعة من السلاحف الإلكترونية التي كانت حساسة للضوء وتستطيع تجنب العقبات .
- دوزيف إنكليبركر (J.Engelberger) : مؤسس شركة يونيمشن (Unimation Inc.) الشركة الأولى التي تقوم أعمالها على تكنولوجيا الإنسان الآلى .
- جورج ديفول (G.C.Devol) : الذى يعتبر (أبو الإنسان الآلى الصناعى) الذى تقدم عام ١٩٥٤ للحصول على براءة اختراع فى (Programmed Artical Transfer) . وصدرت له البراءة عام ١٩٦١ م .
- معهد ستانفورد للبحوث (Standford Research Institute) : طور فى (١٩٦٨م) الإنسان الآلى المعروف (Shakey) ، وهو أول إنسان آلى متحرك ومزود بآلة تلقائية تعمل ككاشفة متصلة بالحاسبة .
- نولان بوشنيل (N.Bushnell) : مؤسس شركات حاسبات الأتارى وألعاب الفيديو (Atari computer and vedio games) وقد طور إنساناً آلياً منزلياً باسم (Tobo) يسيطر عليه بحاسبة شخصية بواسطة الأشعة فوق الحمراء .
- فى اليابان فى عام (١٩٦٨م) شركة (Kawasaki) بترخيص من شركة (Unimation Inc.) تبني أول إنسان آلى صناعى وهو الآن من أكثر الدول التى لديها شركات منتجة للإنسان الآلى فى العالم ، وفى عام ١٩٨٢م أقامت اليابان (١٦٥٠٠) إنساناً آلياً مقابل (٨٠٠) فى الولايات المتحدة و (١٧٥٠) إنساناً آلياً فى بريطانيا .
- Source : R. Powson, The Robot Book, Frances Lincoln Limited, London. 1985, pp 14-5

كما فى الشكل (١٣-١٣ب) وصولاً إلى الرقابة بالأنظمة الأكثر تعقيداً باستخدام برمجة الحاسبة من خلال الإنسان الآلى القابل للبرمجة بإدخال التعليمات الضرورية مباشرة إلى ذاكرة الإنسان الآلى ، كما فى الشكل رقم (١٣-١٣ج) ، أو البرمجة عن بعد عبر خط اتصالات مرتبط بالحاسبة كما فى الشكل (١٣-١٣د) .

## الشكل رقم ( ١٢-١٣ ) : أنظمة الرقابة فى الإنسان الآلى الصناعى



يقدر العدد الكامل لوحدات الإنسان الآلى الصناعى المستخدمة فى عام ١٩٨١م فى العالم بحوالى (٣٠) ألف وحدة ، و(٣٩) ألف وحدة عام ١٩٨٢م و(٥٠) ألف وحدة فى عام ١٩٨٣م . ووفق الاتجاه الحالى فإن عدد وحدات الإنسان الآلى يتضاعف كل سنتين ، ويتوقع فى عام ٢٠٠٠م أن يبلغ عددها حوالى (١٠) ملايين وحدة فى العالم . أما المزايا التى يحققها استخدام الإنسان الآلى فقد حددها أحد المسوح التى أجريت على (٦٠٠) مصنع حيث كانت هذه المزايا مرتبة حسب الأهمية كالتالى : زيادة الإنتاجية (٩٤٪) ، استقرار جودة المنتج وكفاءة العمل (٦٩.٧٪) ، تحسين سلامة العمل (٥٢.٨٪) تغير اتجاهات العامل (٥١.٤٪) ، مواجهة نقص العاملين والعمال المهرة (٤٥٪) ، زيادة مرونة نظام الإنتاج (٣٩.٧٪) ، وتقديم هندسة وتكنولوجيا

الإنسان الآلى (٣٧.٢٪) . والواقع أن لاستخدام الإنسان الآلى إيجابيات واضحة تتمثل فى الآتى :

- أ - نمط العمل : حيث إن إدخال الإنسان الآلى يتم فى الأعمال غير المرغوبة كالأعمال الملوثة ، الرتيبة ، المرهقة ، المتكررة ، الخطيرة ، والثقيلة .
- ب - المخاطر : حيث يستخدم الإنسان الآلى فى السطوح الحارة ، المعادن المصهورة ، المواد السمية ، الغبار ، الحوامض والقلويات ، المواد الآكلة ، مخاطر الانفجار ، الحريق ، الكهرباء ، الدخان ، ونقص الأوكسجين .
- ج - الشروط البيئية : حيث يمكن استخدام الإنسان الآلى فى ظروف البرودة ، الحرارة ، الإجهاد البصرى ، العمل فى الظلام ، الإشعاع ، الاهتزاز ، الروائح الكريهة ، الضوضاء ، العزلة ، العمل الذى يصعب الوصول إليه .
- د - المرونة العالية : حيث إن استخدام النماذج الحديثة للإنسان الآلى القابلة للبرمجة يوفر إمكانيات كبيرة فى إنتاج منتجات متنوعة شأنه شأن الآلات ذات الأغراض العامة ، والإطار رقم (١٣-٢) يوضح نماذج الإنسان الآلى بضمنها النماذج الحديثة التى توفر مرونة عالية .

أما المحددات الأساسية لاستخدام الإنسان الآلى فتتمثل فى الاستثمارات المالية الكبيرة التى تتطلب الكلفة العالية لوحدة الإنسان الآلى ، وكذلك فى الآثار الاجتماعية السلبية فى إزاحة العاملين ورفع معدلات البطالة : حيث يقدر أن إدخال كل وحدة من وحدات الإنسان الآلى يزيح بالمتوسط (٤-٥) عمال من أعمالهم . وهناك مشكلات السلامة المهنية التى بدأت تظهر جراء استخدام تكنولوجيا الإنسان الآلى فى أواخر الثمانينيات كانت اليابان تمتلك أكثر من (١٠٠) ألف إنسان آلى ، وسجلت (٢٠٠) إصابة عمل بسبب الإنسان الآلى إضافة إلى المخاطر التى يمثلها الإنسان الآلى للعاملين : مما دفع يوكو ميزو وزملاءه (Y.Yokomizo et al.) إلى تقديم قواعد مرشدة لتكنولوجيا الإنسان الآلى نشير إليها فى الآتى :

- القاعدة (١) : إن الإنسان الآلى يجب أن يوضع ويستخدم بهدف المساهمة فى رخاء وتطور البشر .



- القاعدة (٢) : إن الإنسان الآلى لا يحل محل البشر فى الأعمال التى يفضلون القيام بها ، وإنما فى الأعمال التى لا يرغبون القيام بها لاعتقادهم بأنها مؤذية .
- القاعدة (٣) : إن الإنسان الآلى ينبغي أن يخضع لسيطرة البشر ، وألا يكون مقلقاً أو مؤذياً من الناحية النفسية والبدنية للعاملين .
- القاعدة (٤) : إن الإنسان الآلى يجب أن يخضع لسيطرة البشر ، وألا يكون مؤذياً لغيرهم وليس فقط لهم .
- القاعدة (٥) : إذا حل الإنسان الآلى محل البشر فى أعمال معينة ؛ فيجب الحصول على الموافقة المسبقة من الناس المتأثرين بذلك .
- القاعدة (٦) : إن الإنسان الآلى يجب أن يصنع بشكل سهل التشغيل من قبل العاملين ، وأن يتابع ببسر تاذية الدور المساعد لهم .
- القاعدة (٧) : حالما ينتهى الإنسان الآلى من المهام المحددة له ينبغي أن يترك المجال ، وألا يتداخل مع العاملين أو مع وحدات الإنسان الآلى الأخرى .

\* الإطار رقم (١٣-٢) :

#### أنواع الإنسان الآلى :

- ١ - الإنسان الآلى للاتقاط والوضع : (Pick and Replace Robot) هو النموذج الأبسط ، وتأتى تسميته من تطبيقاته المألوفة فى مناولة المواد ، التقاط شئ من موضع ما ، ووضعه فى آخر مع حرية حركة محدودة عادة فى اتجاهين أو ثلاثة : خارج وداخل ، يسار ويمين ، أعلى وأسفل . ومثاله نظام الرقابة الكهربائى - الميكانيكى وسعره فى الولايات المتحدة يتراوح بين (٥-٢٠) ألف دولار .
- ٢ - الإنسان الآلى الموازر (Servi Robot) : هو النموذج الأكثر شيوعاً ؛ لأنه يمكن أن يتضمن كل أنواع الإنسان الآلى الموصوفة أدناه ، وأن تسميته تأتى من واحد أو أكثر من الآليات الموازنة (Servomechanisms) التى تحرك الذراع والقبضة وتحول الاتجاه فى المجال ، وخمس إلى سبع حركات موجهة تكون مشتركة بالاعتماد على عدد من مفاصل ذراع الإنسان الآلى .
- ٣ - الإنسان الآلى القابل للبرمجة (Programmable Robot) : هو النموذج الموجه من قبل مسيطر قابل للبرمجة ؛ ليظهر تعاقب حركات الذراع والقبضة . وهذه الطريقة المحددة للحركات يمكن أن تستبدل باستمرار ، وأن الإنسان الآلى يكون قابلاً للبرمجة ، ويسهل توجيهه إلى مهمة جديدة . وهذا سعره يتراوح بين (٢٥-٩٠) ألف دولار .

تابع - الإطار رقم (١٣-٢)

- ٤ - الإنسان الآلى على أساس الحاسبة (Computerized Robot) : هو نموذج مؤازر يدار بالحاسبة . والتعليمات الجديدة تنقل إليه إلكترونياً . والبرمجة فى الإنسان الآلى الذكى (Smart Robot) تتضمن القدرة على أمثلية التعليمات فى العمل الروتينى وسعره يبدأ بحوالى (٣٥) ألف دولار .
- ٥ - الإنسان الآلى الحساس (Sensor Robot) : هو نموذج إنسان آلى بحاسبة مع واحدة أو أكثر من الحواس الاصطناعية وعادة يرى ويتكلم ، والسعر بالنسبة للنماذج المبكرة يبدأ بحوالى (٧٥) ألف دولار .
- ٦ - إنسان آلى التجميع (Assembly Robot) : هو نموذج حاسبة وعلى الأرجح نموذج متحسس ومصمم بشكل خاص لأعمال خط التجميع ، وفى التطبيقات فإن تصميم الذراع فيه سيكون أنثروبومترياً .
- Source : WJ Stevenson, Production\Operations Management, Irwin, Homewood, Boston, 1990, p303.

## اثنا عشر : الذكاء الاصطناعى (Artificial Intelligence)

إن الاتجاه المتصاعد نحو استخدام أتمتة الإنتاج لابد من أن يعود إلى الاهتمام باستخدام الذكاء الاصطناعى (AI) . ولكن ماذا يعنى الذكاء الاصطناعى ؟ إن الذكاء الاصطناعى هو ذلك الحقل من علم الحاسبات الذى يهتم بتصميم أنظمة حاسبة ذكية ، أى النظام الذى يظهر خصائص توصف بالذكاء فى السلوك البشرى . ولكن ماذا يعنى هذا أيضاً ؟ وللإجابة نشير إلى أن ما تنبأ به الرياضى الأمريكى الهنكارى الأصل (نيومان Jon Von Neumann) فى الخمسينيات من هذا القرن بأنه سيأتى يوم يمكن للآلة أن تصنع آلة أكثر تعقيداً من نفسها . وهذه هى تكنولوجيا الثمانينيات والتسعينيات القائمة على الذكاء الاصطناعى . وهذه التسمية قد ابتكرها (جون مكارثى J.McCarthy) من معهد ماسشوسيتس للتكنولوجيا (MIT) فى أواخر الخمسينيات كطريقة للتفكير حول البرمجيات التى تبشر بتطبيقات جديدة للحاسبات : لأنه سيسمح لها أن تصدر الأحكام ، وتتخذ القرارات برغم المعلومات غير الكاملة .

إن الذكاء الاصطناعى (AI) بالمعنى الواسع يشير إلى استخدام الحاسبات لتحل محل الذكاء البشرى ، والذكاء يعرف بأنه القدرة الذهنية لإدراك وحفظ وتوسيع الحقائق

والتفكير حولها وصنع القرارات الملائمة إزاءها . وفى الكائن البشرى هناك الحواس والدماغ المعقد هو الذى يقوم بهذه الوظائف . وعلى أساس هذه الوظائف يمكن أن نحدد رؤيتين أساسيتين حول الذكاء الاصطناعى : الرؤية الأساسية الأولى تشير إلى أن الحاسبات تضاهى السلوك الذكى بقدرتها على تمييز الكلام ، النظر ، وخرن واسترجاع ومعالجة المعلومات . والرؤية الأساسية الثانية تشير إلى أن الحاسبة فى آخر الأمر ستكون قادرة على التفكير مثل الكائن البشرى وضمن ذلك التعلم من نفسها والتبرير والاستنتاج والتفسير والتخطيط . وهذا سيقود فى النهاية إلى أن تحل الآلة محل العقل البشرى .

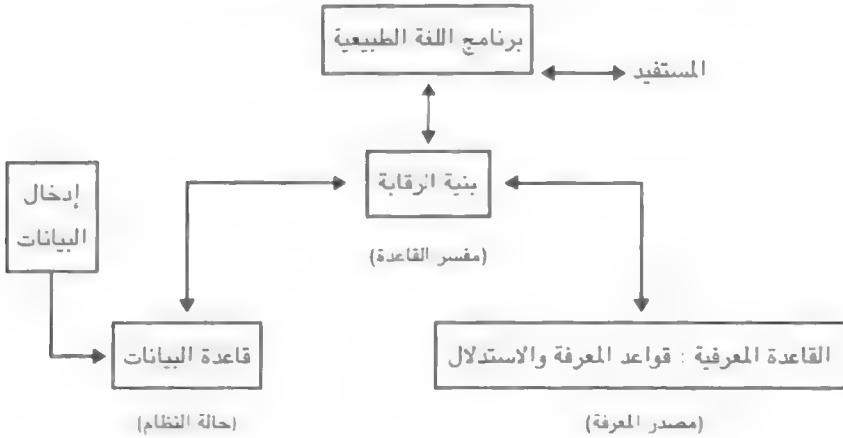
إن مجالات الذكاء الاصطناعى يمكن تحديدها فى ثلاثة مجالات : الأنظمة الخبيرة ، اللغة الطبيعية ، والرؤية الآلية ونعرض فيما يلى لهذه المجالات .

### ١ - الأنظمة الخبيرة (Expert Systems)

إن النظام الخبير (ويدعى النظام القائم على المعرفة) يعرف بأنه نظام حاسبة ذكى له القدرة على حل المشكلات الصعبة باستخدام المعرفة وطرق الاستدلال . إن المعرفة أو مجموعة المعلومات يعبر عنها برموز الحاسبة وعادة بشكل قواعد (إذا-عندئذ) . وإن نموذج الرموز فى الأنظمة الخبيرة يقوم على الحقائق والبيانات والافتراضات والتعريفات التى تعتمد على الخبرة الم جمعة ومعرفة الخبراء البشر . ومن الناحية المثالية ، فإن النظام يكون قادراً على صنع القرارات باستخدام المدخل التجريبي ، أى التوصل إلى الأحكام الجديدة بالاكشاف مثلاً يفعل الخبير ، إن الشكل رقم (١٣-١٤) يمثل التركيب الأساسى للنظام الخبير : حيث إن القاعدة المعرفية تتألف من قواعد المعرفة (المعلومات العامة حول المشكلة) وقواعد الاستدلال (طريقة التوصل إلى الاستنتاجات) ، وأن النتائج تصل إلى المستفيد من خلال تداخل اللغة الطبيعية . وكما يلاحظ من الشكل (١٣-١٤) فإن النظام الخبير يتألف من :

- ١ - المعرفة المؤلفة من الحقائق المرتبطة بالمجال المطبق فيه النظام .
- ٢ - المعرفة المؤلفة من القواعد المرتبطة بالمجال والضرورية لاستخلاص الاستنتاجات .
- ٣ - المفسر (Interpreter) الذى يطبق القواعد .
- ٤ - آلية وضع الطلبات التى تستدعى تطبيق القواعد .
- ٥ - منفذ الاتساق (Consistency Enforcer) بالنسبة إلى المعرفة الجديدة عند وضعها أو عند شطب المعرفة القديمة .
- ٦ - المبرر (Justifier) الذى يفسر جدل أو حوار النظام .

### الشكل رقم (١٣-١٤) : التركيب الأساسى للنظام الخبير



لا شك أن الأنظمة الخبيرة توفر إمكانيات كبيرة للتطبيق فى الإنتاج : إذ إنها يمكن أن تخدم فى اتخاذ القرارات فى مشكلات الإنتاج ذات العلاقة باختيار المنتجات وخطط التشغيل ونمذجة المسائل المتعلقة بالصيانة والجدولة والتسهيلات وغيرها . فمثلاً فى تخطيط التشغيل هناك أنظمة عديدة منها نظام (GARI) وهو نظام قائم على المعرفة ، ونظام (SIPP) ونظام (TOM) ، وهذا الأخير قد تم تنفيذه فى جامعة طوكيو ، ويركز

على إنتاج خطط الآلات التفصيلية . أما في مجال الصيانة فهناك نظام (DELTA) وهو نظام خبير مطور من قبل جنرال إلكتريك (GE) ، وهذا النظام يبدأ بسلسلة من الأسئلة التفصيلية ، وفي كل خطوة يقوم المفسر بالتسبيب وتحديد القصور ، وهو يشمل أكثر من (٥٠٠) قاعدة لخدمة النظام .

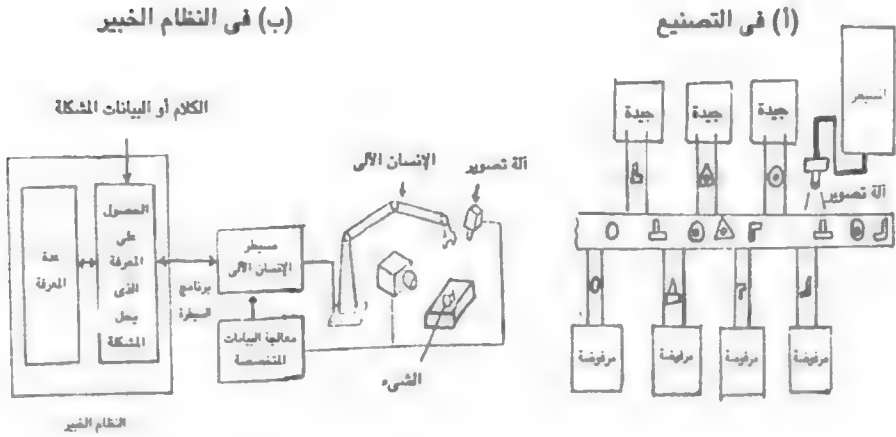
### ب - اللغة الطبيعية (Natural Language)

إن برنامج اللغة الطبيعية (NL) يسمح للمستخدم بالاتصال بالحاسبة بلغة المستخدم ، أو أن يعمل البرنامج كآذان للحاسبة . وهي الآن في مراحل مختلفة من التطوير ؛ حيث سيتمكن المستخدم من الحصول على المعلومات من قاعدة البيانات من خلال إدخال الأوامر باللغة الإنكليزية بشكلها البسيط . ومن الجدير بالذكر أن الأنظمة الخبيرة تستخدم عدة لغات رمزية منها اللغتان الرئيسيتان : لغة (LIST Processor) ويرمز لها (LISP) وهي أقدم لغة معالجة رمزية سائدة في لغة الذكاء الاصطناعي في الولايات المتحدة ، ولغة (Programming In Logic) ويرمز لها (PROLOG) والتي طورت في أوروبا ، وتتمتع باستخدام واسع في اليابان التي اختارتها لمشروع الجيل الخامس للحاسبات اليابانية ، في حين أن اللغة الطبيعية تتوسط بين النظام والمستخدم بلغة الكلام الاعتيادية وهذا ما يتم عليه التطوير الآن .

### ج - الرؤية الآلية (Machine Vision)

تمثل الحس البصري (Visual Sensing) بواسطة آلات التصوير التي تحسب بمظهر وشكل الشيء . وهي تعمل بمثابة عيون للحاسبة . وهناك نظامان أساسيان للرؤية الآلية : الأول هو النظام الخطي وهو الذي يتحسس بعداً واحداً فقط ، والثاني ، النظام المصفوفي وهو الذي يتحسس الشيء بثلاثة أبعاد (الجسم) ، والشكل رقم (١٣-١٥-أ) يظهر تطبيقاً للرؤية الآلية في الإنتاج لتحديد الشكل والفحص ، ومن ثم الرفض للأجزاء التالفة . كما أن الشكل رقم (١٣-١٥-ب) يظهر النظام الخبير مطبقاً على الإنسان الآلي الموجه بالرؤية الآلية .

### الشكل رقم (١٣-١٥) : استخدام الرؤية الآلية



### ثلاثة عشر : مصنع المستقبل

إن مصنع المستقبل مصطلح يستخدم للإشارة إلى ما سيكون عليه المصنع في المستقبل بالعلاقة مع التطور التكنولوجي ، ومصنع المستقبل يتسم بخصائص أساسية نحددها في الآتي :

أ - إن مصنع المستقبل يتسم بتكامل جميع الوظائف في المصنع ، سواء كانت وظيفة الإنتاج (التصنيع) أم الوظائف المساندة ، وفي هذا الجانب فإن مصنع المستقبل سيكون بمثابة التصنيع المتكامل للحاسبة بشكل كامل (Fully CIM) .

ب - إن مصنع المستقبل سيحقق مزايا الحجم ومزايا التنوع على حد سواء ، فمع استخدام التكنولوجيا الحديثة ستتوفر إمكانات جيدة للمرونة في الإنتاج مع تقليص فترة الإنتاج . وهذا خلاف لمصانع اليوم التي هي إما مصانع الحجم

الكبير المتخصصة كلياً أو جزئياً وذات المخرجات المحددة مسبقاً وبكميات كبيرة ، أو مصانع الحجم الصغير غير المتخصصة بمخرجات محددة مسبقاً ، وتتسم بالمرونة فى تحقيق نطاق واسع ومرن من المنتجات .

ج - إن مصنع المستقبل سيعتمد على أنظمة التصنيع الذكية والتي تشير إلى أنظمة الإنتاج المثلى فى المستقبل والتي تحقق المخزون الأدنى ، الجدولة المثلى ، استخدام كمية ومحتوى المواد الأدنى ، محتوى العمل الأدنى ، الوقت الأدنى بين خلايا الإنتاج أو التصنيع ، رقابة مركزية على المصنع كله وطلبات أدنى غير منجزة .... إلخ .

د - إن مصنع المستقبل سيحقق التدخل الأدنى للبشر فى عمليات الإنتاج : ولهذا فإنه يدعى عادة بالمصنع اللابشرى . ومع أن مصنع المستقبل سيقصر بشكل كبير كلفة العمل المباشر التى قد تمثل ( ٢٠-٥٠ ٪ ) من مجموع كلف الإنتاج فى المصانع التقليدية إلى أقل من ( ١ ٪ ) فى مصانع المستقبل ، إلا أنه فى المقابل ستكون هناك زيادة فى كلف غير مباشرة ، فبينما الكلف غير المباشرة فى المصانع التقليدية تحمل على ساعة العمل لقلة أهميتها ونسبتها الضئيلة : فإن الحالة ستكون معكوسة فى مصانع المستقبل : حيث كلفة العمل المحدودة ستحمل على الكلف غير المباشرة .

وبسبب طبيعة مصنع المستقبل يتوقع أن يكون التعويل على الآلات وأنظمة الرقابة وتجهيز السعة ذا أهمية استثنائية ، وأن العطلات فى آلات والحاسبات ستعالج بدون أو بأقل تدخل بشرى . ومن أجل استعداد الشركات لمصنع المستقبل : فإن استخدام أنظمة الإنتاج الحديثة القائمة على الأتمتة والحاسبات يمثل قاعدة إنتاجية وتكنولوجية للتطور اللاحق إلى مصنع المستقبل : وإن الخطوة اللاحقة ستمثل بعرض الشركات بعقود تسليم المفتاح لإنشاء المصنع المتكامل بالحاسبة كنماذج لمصانع المستقبل : حيث إن كل الأجزاء متاحة اليوم والتحدى هو فى خلق السوق الخاصة بمصانع المستقبل .

## أربعة عشر : أتمتة المكتب (Office Automation)

إن أتمتة المكتب (OA) هي العامل المشترك في أنظمة الإنتاج والخدمة : فالعمل الورقي في إدارة الإنتاج كما في الأعمال الخدمية يمثل مشكلة كبيرة . والواقع أن المكتب التقليدي يعاني من مشكلات أساسية منها : الإنتاجية المنخفضة ، الكلفة العالية (حيث تقدر شركة IBM أن كلفة الصفحة الواحدة لرسالة تطبع وتملىء وتصحح (٦) دولارات) ، سوء الحفظ للوثائق بسبب أعدادها الكبيرة ، ومشكلات الأفراد بسبب الرقابة والأعمال الروتينية التي تؤدي إلى الملل والأخطاء المتكررة . إن هذه المشكلات بقدر ما ميّزت العمل الورقي في المكتب التقليدي فإنها كانت سبباً مباشراً في تطوير العمل المكتبي من خلال أتمتة المكتب .

يمكن تعريف أتمتة المكتب بأنها أنظمة لأتمتة المهام الإدارية في كل متكامل ، وهذه الأنظمة تتمثل في الآتي :

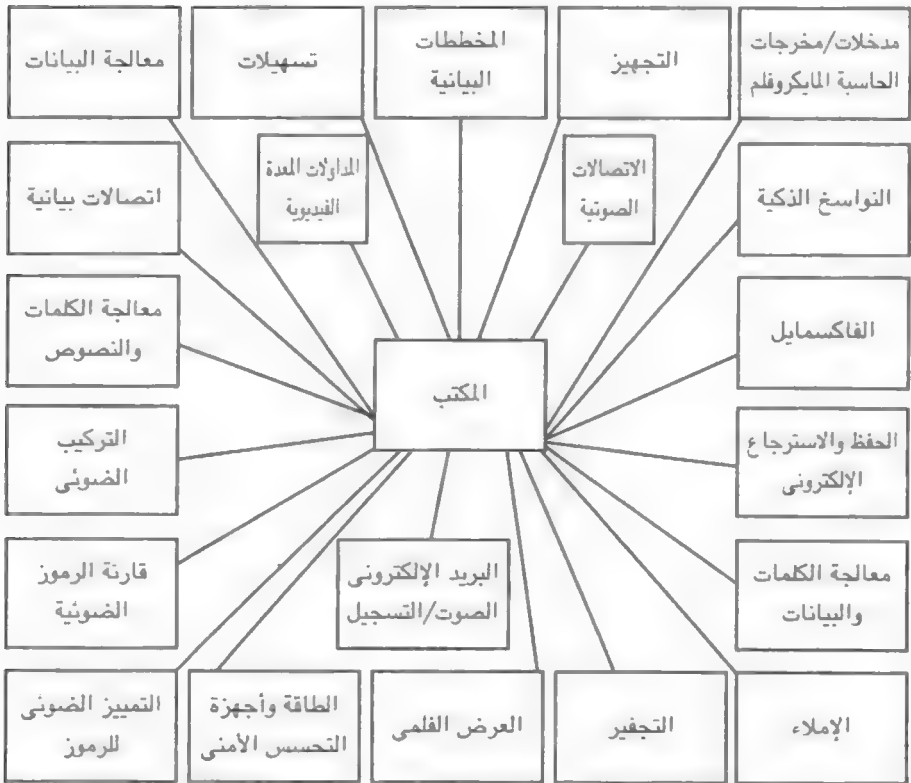
- البريد الإلكتروني (Electronic Mail) .
- الاسترجاع الآلي للمعلومات (Information Retrieval) .
- معالجة الكلمات (Word Processing) .
- المؤتمرات البعيدة (Teleconferencing) .

إن كل جانب من جوانب المكتب وكل وظيفة من وظائفه المختلفة أصبحت مجالاً لتطبيقات أتمتة المكتب التي تبشر بإمكانات عظيمة في خفض الكلفة وزيادة الإنتاجية . فعلى صعيد الكلفة فإن معدات المكتب الإلكترونية خفضت الكلفة بمعدل سنوي يصل إلى (٣٠٪) ، وهذا يعود إلى أن معظم النفقات المكتبية تنفق على قطاع من القوى العاملة لم يتأثر كثيراً بالآلات والمعدات والتكنولوجيا الحديثة ، وفي هذا القطاع تكمن الأهمية الحقيقية في أتمتة المكتب (أو المكتب الإلكتروني) ، أما على صعيد الإنتاجية ، فإن آلات الفاكس يمكن أن ترسل رسالة عبر العالم في (٣٥) ثانية ، كما أن المؤتمرات البعيدة (عن بعد) تمكن من عقد الاجتماعات لأفراد في مناطق جغرافية متباعدة ومختلفة في نفس الوقت : مما يساعد على تحسين إدارة الوقت بشكل كبير . والشكل رقم (١٣-١٦) يمثل تطبيقات الأتمتة والحاسبة في المكتب ووظائفها المختلفة : مما يكشف عن التطور الكبير الحاصل في هذا المجال .



ومرة أخرى يظهر أن التكامل مسألة بالغة الأهمية ؛ حيث إن أتمتة المكتب تؤلف ضرورة مكملة لأتمتة الإنتاج ؛ فإذا كانت الأخيرة قد سبقت في التطبيق من أجل تحرير العمل البدني بإحلال الآلة محل الإنسان في الإنتاج ؛ فإن أتمتة المكتب تعمل على إحلال الحاسبات والوسائل الحديثة محل الإنسان في قسم كبير من الأعمال المكتبية الروتينية الأقل أهمية ، وبما يساعد الإنسان على ممارسة عمله الذهني في أنشطة أكثر أهمية كالتحليل وتقييم البدائل واتخاذ القرارات ، وأن المستقبل سيشهد تحقيق المكتب التكامل بالحاسبة كنموذج لمكتب المستقبل .

الشكل رقم (١٢-١٦) : المكونات الفنية لأتمتة المكتب



## ١٢ - ٤ - الإدارة والتكنولوجيا الحديثة :

إن الإدخال المتزايد لأنظمة الإنتاج الحديثة وتطبيقات الحاسبة فى الإنتاج أدى إلى تطورات مهمة فى الرؤية التقليدية لمبادئ ونظم الإدارة . فمع تكنولوجيا المعلومات وأتمتة المكتب : يصبح مدير الإنتاج/العمليات أكثر اقتراباً من القرارات الرشيدة القائمة على المعلومات الكاملة أو شبه الكاملة ، وأكثر ابتعاداً عن صنع القرارات على أساس التقدير الشخصى والخبرة الذاتية فقط . كما أن هذه النظم تقضى على أكثر المهام الإدارية الروتينية وبالتحديد التخطيط قصير المدى (والإنتاج يكون أقل عرضة للآزمات) مع تخصيص وقت أطول للتخطيط طويل الأمد . وكما يرى (ساندر D.H.Sander) فإن التكنولوجيا كلما كانت أكثر تعقيداً أدت إلى التطلع والاتجاه نحو المزيد منها ، وهذا ما سيجعل مديري الإنتاج أكثر حاجة إلى معرفة فنية من الآن . ومن المتوقع أيضاً أن يكون هناك اهتمام أقل بالإنتاج نفسه مع اهتمام أكبر ووقت أطول يوجه إلى ما قبل الإنتاج (أى إلى البحث والتطوير) وما بعد الإنتاج كالتسويق .

## ١٢ - ٥ - الأتمتة والمنافسة :

إن الأتمتة وهى الشكل الأكثر تقدماً للتكنولوجيا الجديدة لا يمكن استخدامها فى كل الحالات التى توجد فيها عملية إنتاج يدوية أو عمليات إشراف ورقابة بشرية ، وإنما من الضروري إخضاع هذا الاستخدام للتقييم والتأكد من الجدوى ومدى الملاءمة بين مستوى التكنولوجيا وحجم الطلب (الوحدات المنتجة) من جهة وبين نوع الأتمتة وقدرتها وخصائص السوق وأولوياته من جهة أخرى . ونعرض فيما يأتى لهذين الجانبين :

١ - **الملاءمة مع حجم الطلب :** إن هذه الملاءمة تخضع للاتجاه العام نحو المزيد من التخصص فى التشغيل لتحقيق مزايا الأتمتة فى حالة الإنتاج الواسع ، وأن الأتمتة المستخدمة فى الإنتاج الواسع (الحجم الكبير) رغم أنها ذات كلفة رأسمالية كبيرة إلا أن الإنتاج بحجم كبير يؤدى إلى انخفاض كلفة الوحدة الواحدة بشكل لا يقارن مع مستويات التكنولوجيا الأخرى . والمثال (١٢-١) يوضح ذلك .

مثال (١٣-١) :

يقوم أحد المصانع بتجديد خطه الإنتاجي ، وأمامه ثلاثة بدائل حسب المستوى التكنولوجي وقد توفرت البيانات الآتية عن البدائل الثلاثة :

البدائل	الكلف الثابتة	الكلف المتغيرة للوحدة
الأتمتة	٢٠٠٠٠٠ دينار	٤ دنانير
المكننة	١٠٠٠٠٠ دينار	١٤ ديناراً
اليدوى	٤٠٠٠٠ دينار	٢٤ ديناراً

- المطلوب : أ - ما هو البديل الأفضل إذا كان حجم المخرجات المطلوب (١٥) ألف وحدة ؟  
 ب - ما هي مناطق أو حدود أمثلية كل بديل من البدائل الثلاثة ؟  
 ج - ما هو البديل الأمثل إذا كان حجم المخرجات المطلوب (٥) آلاف وحدة بدلاً من (١٥) ألف وحدة ؟

الحل : أ - نحسب الكلفة الكلية للبدائل الثلاثة عند حجم المخرجات المطلوبة (١٥) ألف وحدة :

$$\text{بديل الأتمتة} = ٢٠٠٠٠٠ + (٤ \times ١٥٠٠٠) = ٢٦٠٠٠٠ \text{ دينار .}$$

$$\text{بديل المكننة} = ١٠٠٠٠٠ + (١٤ \times ١٥٠٠٠) = ٣١٠٠٠٠ \text{ دينار .}$$

$$\text{البديل اليدوى} = ٤٠٠٠٠ + (٢٤ \times ١٥٠٠٠) = ٤٠٠٠٠٠ \text{ دينار .}$$

إذن عندما يكون حجم المخرجات المطلوبة (١٥٠٠٠) وحدة : فإن البديل الأمثل هو الأتمتة : لأنه ذو كلفة أدنى .

ب - احتساب مناطق الأمثلية :

من الضروري رسم الكلفة الكلية لكل من البدائل الثلاثة على شكل بياني واحد : وذلك لتحديد نقطتين للكلف الكلية لكل بديل ، النقطة

الأولى عند حجم المخرجات صفر (الكلفة الكلية = الكلفة الثابتة) ، والنقطة الثانية عند حجم المخرجات المطلوب (١٥٠٠٠) وحدة (أو أى رقم آخر يكون قريباً منه) . ونلاحظ من الشكل البياني الآتى وبعد إيصال نقطتي الكلف الكلية لكل بديل بخط مستقيم أن هناك نقاط تقاطع تتساوى عندها الكلف الكلية وحجم المخرجات للبديلين المتقاطعين . والآن لناخذ معادلة تساوى الكلفتين عند نقطة تقاطع البديل اليدوى مع بديل المكننة وعند حجم المخرجات س١ :

$$١٠٠٠٠٠ + ١٤ س١ = ٤٠٠٠٠ + ٢٤ س١$$

$$٦٠٠٠٠$$

$$س١ = \frac{٦٠٠٠٠}{١٠} = ٦٠٠٠ \text{ وحدة .}$$

ونأخذ مرة أخرى معادلة تساوى الكلفتين عند تقاطع بديل المكننة مع بديل الأتمتة عند حجم المخرجات س٢

$$٢٠٠٠٠٠ + ٤ س٢ = ١٤ س٢ + ١٠٠٠٠٠$$

$$١٠٠٠٠٠$$

$$س٢ = \frac{١٠٠٠٠٠}{١٠} = ١٠٠٠٠ \text{ وحدة .}$$

إن مناطق الأمثلية للبدايل الثلاثة كالآتى :

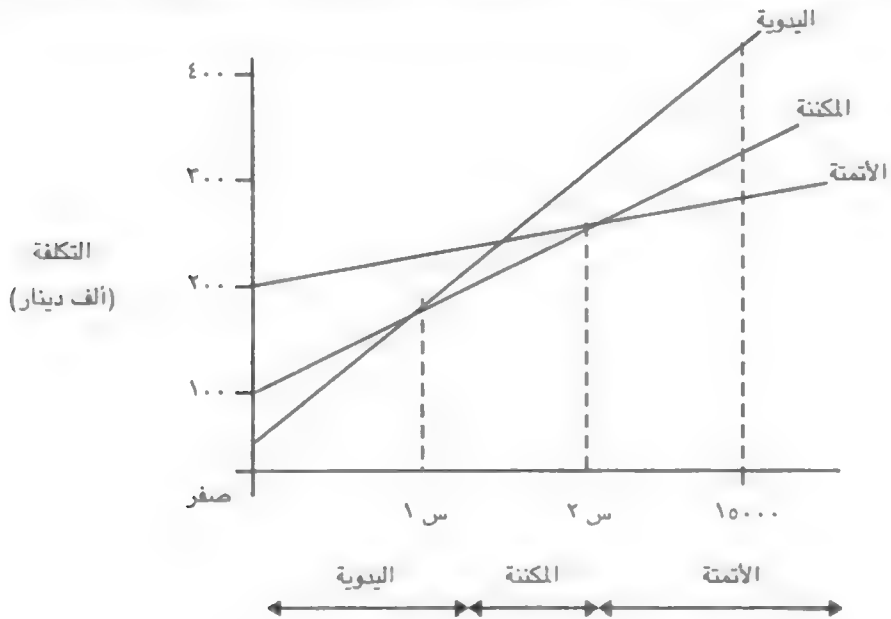
البديل اليدوى هو الأفضل عند حجم المخرجات صفر إلى ٦٠٠٠ وحدة .

بديل المكننة هو الأفضل عند حجم المخرجات ٦٠٠٠ وحدة إلى ١٠٠٠٠ وحدة .

بديل الأتمتة هو الأفضل عند حجم المخرجات ١٠٠٠٠ وحدة إلى (∞) .

ج - إن البديل الأفضل عند حجم المخرجات ٥٠٠٠ وحدة هو البديل

اليدوى الذى هو الأفضل عند مدى المخرجات صفر إلى ٦٠٠٠ وحدة .



٢ - الملاءمة مع خصائص السوق : إن الاتجاه العام منذ الثورة الصناعية كان يميل نحو المزيد من التخصص في الإنتاج لتحقيق مزايا الآلية والأتمتة من خلال اقتصاديات الحجم ، والطريقة النمطية والفعالة لتوظيف الأتمتة كانت باستخدام الأتمتة الصلبة كما هو الحال في خط النقل الحزام الناقل ذي المسار الثابت مع معدات ذات غرض واحد الموزعة على جوانب خط النقل أو الحزام الناقل الذي تتحرك عليه الأجزاء إلى مراكز العمل أو الآلات التي تعمل بدقة للإنتاج بمعدل عالٍ ومتماثل وسريع . إلا أن هذا التماثل أصبح مصدرًا للصعوبات الكثيرة في السوق التي أصبحت أكثر تقريبًا إلى الزبائن وحاجاتهم المتنوعة . وإزاء هذا أصبحت أنظمة التصنيع المرنة (FMS) ذات أهمية كبيرة لقدرتها على تحقيق المرونة والاستجابة السريعة للتغيرات في السوق ، وأن الشركات المتوسطة هي المجال الملائم لتطبيقاتها : لأنها تنتج بكميات متوسطة مع تنوع في المنتجات تحققه بكفاءة هذه الأنظمة . ولكن تظل أنظمة التصنيع المرنة (FMS) أقل استجابة

للطلبات الصغيرة الأكثر تنوعاً وإنتاج الوحدة الواحدة بالمقارنة مع ما تحققه أنظمة الإنتاج المتكامل بالحاسبة (CIM) .

إن القدرة على الاستجابة السريعة لحاجات الزبائن تمثل مؤشراً مهماً على كسب الزبائن وطلباتهم ، وهذه الاستجابة لا تتحدد فقط بالقدرة على تغيير التصميم (كالذي يحققه التصميم بمساعدة الحاسبة (CAD) أو تنوع المنتجات كالذي يحققه أنظمة التصنيع المرن (FMS) ، بل وأيضاً الإنتاجية العالية مع تنوع وتقليص فترة انتظار التصنيع : لهذا كله فإن الخيار التكنولوجي يمثل واحداً من المفاتيح والقرارات الإستراتيجية الأكثر تأثيراً في الشركات الصناعية ومركزها التنافسي : ولهذا لابد لهذه الشركات من إستراتيجية واضحة في مجال البحث والتطوير والإدخال المنظم للتكنولوجيا الحديثة وتطبيقاتها الملانة مع فهم عميق لاتجاهات التطور في هذه التطبيقات . إن مصنع المستقبل كنموذج لأتمتة الإنتاج أو التصنيع المتكامل بالحاسبة لابد أن يحظى في هذا الخيار بأهمية خاصة استعداداً لما يأتى من تطور كبير في المستقبل المنظور . وكما أشرنا فإن هذا المصنع سيحقق ومن خلال قاعدة البيانات المشتركة إمكانية النظر إلى قدرات المصنع الآلية بوظائفه المختلفة : الإنتاج ، المالية ، التسويق ، التكنولوجيا ، والبحث والتطوير ... إلخ كوحدة متكاملة واحدة وتقييمها بمعايير مشتركة موحدة الأداء على مستوى إستراتيجية الأعمال : وهذا ما سيجعل مثل هذه المصانع (بل وحتى المصانع المتقدمة اليوم) ليست أكثر تطوراً في أنظمة وأتمتة الإنتاج وحسب ، بل هي أكثر تطوراً بالقدرات الإدارية ذات الخلفية الشاملة في مجالات ووظائف الشركة الأساسية .

ومن الاتجاهات المهمة التي لابد من التأكيد عليها في هذا السياق هو ضرورة الربط العضوى بين إستراتيجيات دفع التكنولوجيا وإستراتيجية شد السوق ، فإذا كانت الأولى ذات تركيز داخلى تخضع الإنتاج والتسويق والزبائن لما يحققه البحث والتطوير : فإن الثانية تقود إلى ما يدعى بعقلية خط الزبون والتي من إيجابياتها الاهتمام بالزبائن كحاجات وتطلعات في علاقة طويلة الأمد : مما يوفر لها ميزة تنافسية للشركة في السوق . ولاشك في أن التكنولوجيا الحديثة (وهذا ما سيبيرز بوضوح أكبر في مصنع المستقبل) وفرت إمكانية عظيمة لتحقيق ذلك ، وخير مثال نورد هو الشركة الصناعية

الوطنية للدراجات الهوائية في اليابان والتي تنتج حسب الطلب حيث تقوم بتقديم أكثر من (١١) مليون نموذج من الدراجات حسب حاجات ورغبات الزبائن وبسعر يزيد فقط (١٠٪) عن النماذج التجارية جاهزة الصنع . ومع أن التكنولوجيا الحديثة ذات تأثير كبير على الكلف والمرونة في التصميم والإنتاج والاستجابة السريعة للتغيرات في السوق : مما يجعل الشركات في ميل متزايد لتبنى التكنولوجيا الأحدث باستمرار من قبل الشركات عموماً ، إلا أن هذا ينبغي أن يتم في إطار من الرؤية الإستراتيجية للتكنولوجيا خاصة وأن التطورات السريعة في هذا المجال تهدد مزايا استخدامها . وأخيراً فإن الجدول رقم (١٢-١٧) يقدم مقارنة بين أنظمة وتطبيقات التكنولوجيا وقدراتها وفرصها التنافسية في الإنتاج والسوق .

### الجدول رقم (١٢-١٧) : الفرص التنافسية لأنظمة التكنولوجيا الحديثة

التكنولوجيا	القدرة	الفرص التنافسية
* CAD/CAM, CAD	* خفض وقت انتظار التصميم والإنتاج .	* خفض وقت الانتظار للمنتوج الجديد . * استجابة أسرع لطلبات الزبون .
* MRP, FMS, CAM الإنسان الآلى	* خفض وقت انتظار الإنتاج .	* حصة سريعة من الطلبية . * خفض وقت انتظار تجهيز الطلبية . * تعديلات أسرع على المنتوج .
* MRP, FMS, CAM	* خفض العمل في التشغيل (WIP) . * إنتاجية أعلى .	* تخفيض الكلف .
* جميع الأنظمة .	* تقليص الأخطاء . * جودة أعلى . * توافق واتساق .	* منتجات بجودة أعلى . * تخفيض الكلف .
* CAD/CAM, CAD	* تحليل هندسى أفضل * تصميم أفضل .	* منتجات أفضل . * استجابة أسرع لحاجات الزبون وتغيرات السوق .
* جميع الأنظمة .	* قاعدة بيانات مشتركة . * تقليص تغير الأجراء . * اقتصاديات النطاق .	* تغير أكبر عند نفس الكلفة . * بعض التغير بكلفة أقل .

## الأسئلة :

- ١ - وضع مايتى :
  - أ - إن التكنولوجيا هي العامل الأكثر أهمية في زيادة الإنتاجية .
  - ب - في التطور التكنولوجي تم إحلال الآلة محل الإنسان في الأنشطة الإنتاجية ، ومن ثم أخذت تحل الآلة محل الإنسان في الأنشطة الإشرافية والرقابة .
  - ج - إن التطور الحالي يتجه نحو نمط جديد من المصانع يدعى مصنع المستقبل .
  - ٢ - ماهى تطبيقات التكنولوجيا الحديثة في الإنتاج ، وما علاقتها بحجم الإنتاج وتنوع المنتجات ؟
  - ٣ - قارن في الإنتاج بين :
    - أ - الإنسان والآلة .
    - ب - الاتمة الصلبة والناعمة .
    - ج - مصانع اليوم ومصانع المستقبل .
    - ٤ - ماهى المزايا المتوقعة من استخدام مايتى :
      - أ - التصميم بمساعدة الحاسبة (CAD) .
      - ب - التصنيع بمساعدة الحاسبة (CAM) .
      - ج - التصنيع المتكامل بالحاسبة (CIM) .
      - د - تخطيط التشغيل بمساعدة الحاسبة (CAPP) .
      - هـ - الإنسان الآلى .
    - ٥ - هناك محددات عديدة على استخدام تكنولوجيا الإنسان الآلى ، ناقش هذه المحددات .
    - ٦ - ماهى مجالات الذكاء الصناعى واستخداماتها في الإنتاج ؟
    - ٧ - ماهى خصائص مصنع المستقبل ، ماهى المشكلات التى تعالجها هذ الخصائص ؟
    - ٨ - ماهى تطبيقات أتمة المكتب الحديث ؟ وماهى المشكلات التى تعالجها هذه التطبيقات ؟
    - ٩ - كيف يتم توزيع التكنولوجيا في المنافسة بالعلاقة مع :
      - أ - ملاحة التكنولوجيا مع حجم الطلب ؟
      - ب - ملاحة التكنولوجيا مع خصائص السوق ؟
      - ج - إيجاد الميزة التنافسية ؟
    - ١٠ - ماهى الاتجاهات السائدة في تطوير تكنولوجيا الإنتاج في الشركات الحديثة ؟



## المراجع :

## أولا : المراجع العربية

- (١) د. عبد العزيز فهمي و ج. مدبك التطوير الإلكتروني للمكاتب دار الراتب الجامعية . بيروت . ١٩٨٥ م .  
 (٢) د. علي يوسف حجازي مقدمة في علم الربوط الدار العربية للعلوم . بيروت ، ١٩٨٨ م .

## ثانيا : المراجع الأجنبية

- (3) R. Bawson. The Robot Book, Frances Lincoln Ltd. London, 1985.  
 (4) D. J. Bowman and A. C. Bowman, Understanding CAD/CAM, Howard W. Sams and co. USA. 1986 .  
 (5) J. Brown, et al., Production Management Systems, Addison-Wesley Publishing co. UK. 1988 .  
 (5) E. S. Buffa and R. K. Sarin, Modern Production/Operation Management, John Willy and Sons, New York, 1987.  
 (7) J. B. Dilworth. Production and Operations Management, McGraw-Hill Book Co. New York, 1989.  
 (8) W. J. Ehner, Factory of the Future : A Manufacturing Viewpoint, in D. W. Mcleavy and S. L. Narasimhan, Production Planning and Inventory Control, Allyn and Bacon, Inc., Boston. 1985.  
 (9) E. A. Elsayed, Automated Storage System, in R. Wild (Ed), International Handbook of Production and Operations Management, Cassell Educational Ltd. London, 1989.  
 (10) J. R. Evans, Production/Operations Management, West Publishing Co. Minneapolis, Saint Paul. 1997 .  
 (11) B. Gold, CAM Set New Rules For Production, Harvard Business Review, Nov-Dec 1982, pp 88-94.  
 (12) M. P. Groover, Automation, Production System and Computer Integrated Manufacturing, Printice-Hall International Inc, Englewood Cliffs. New Jersey. 1982.  
 (13) T. G. Gunn, Computer Application in Manufacturing, Industrial Press Inc., New York. 1981.  
 (14) Y. P. Gupta, Advanced Manufacturing System Analysis of Trands, Management Decision, MCB. University Press. Vol27. No5. 1989.  
 (15) J. Hartly, Robots at Work, IFS Publications Ltd. Uk. 1983.  
 (16) J. Hiezer and B. Render, Production and Operations Management, Allen and bacon, Inc. Boston. 1989.  
 (17) ILO, Safety in the Use of Industrial Robot, Geneva. 1989.

- (18) ILO, Technological Change, Geneva. 1985.
- (19) A. Jones and T. Webb, Introduction to Computer Integrated Manufacturing, Journal of General Management, Vol 12, No4, Summer 1987.
- (20) S. Kalpakjian, Manufacturing Engineering Technology, Addison-Wesley Publishing Co. Reading Massachusette. 1989.
- (21) L. J. Krajewski and L. P. Ritzman, Operations Management, Addison-Wesley Publishing Co. Reading Massachusette. 1996.
- (22) D. W. Kroeber and H. J. Watson, Computer-Based Information System, Macmillan Publishing Co. New York. 1990.
- (23) S. Kumara and A. L. Lehinet, Artificial Intelligence and Expert Systems, in R. Wild (Ed) op. cit.
- (24) R. McKenna, Marketing is Everything, HBR. Jan-Feb. 1991.
- (25) D. H. Sander, Computer Today, McGraw-Hill Book Co. New York. 1985.
- (26) R. G. Schroeder, Operations Management, McGraw-Hill Book Co. New York 1989.
- (27) B. R. Scott, Competitiveness : Self-help For a Worsening Problem, HBR. July-August. 1989.
- (28) N. Slack et al., Operations Management , Pitman Publishing , London, 1998.
- (29) W. J. Stevenson, Production/Operations Management, Richard D. Irwin, Chicago, 1996.
- (30) D. J. Sumanth, Productivity Engineering and Management, McGraw-Hill Book Co. N. Y. 1985.



## الفصل الرابع عشر : الجودة

- ١٤ - ١ - المدخل .
- ١٤ - ٢ - النظرة الإستراتيجية للجودة .
- ١٤ - ٣ - مفهوم الجودة .
- ١٤ - ٤ - كلف الجودة .
- ١٤ - ٥ - أدوات تحسين الجودة .
- ١٤ - ٦ - الأيزو ٩٠٠٠ .
- ١٤ - ٧ - مساهمات في مجال الجودة .
- ١٤ - ٨ - الفحص .
- ١٤ - ٩ - معاينة القبول .
- ١٤ - ١٠ - منحنى خصائص التشغيل .
- ١٤ - ١١ - إعداد منحنى خصائص التشغيل .
- ١٤ - ١٢ - الرقابة على العملية .
- ١٤ - ١٣ - مخططات الرقابة .
- ١٤ - ١٤ - مخططات الرقابة على المتغيرات :
  - أولاً : مخطط الرقابة للمتوسطات .
  - ثانياً : مخطط الرقابة للمدى .
  - ثالثاً : استخدام مخططات المتوسط والمدى .
- ١٤ - ١٥ - مخططات الرقابة على الخصائص التمييزية :
  - أولاً : مخطط نسبة الوحدات التالفة .
  - ثانياً : مخطط عدد التوالف .
- ١٤ - ١٦ - استخدام الحاسبة في مجال الجودة .
- ١٤ - ١٧ - الجودة في مجال الخدمات .
- الأسئلة .
- التمارين .
- المراجع .



## ١٤-١- المدخل :

لقد كانت مفاهيم الكفاءة والإنتاجية أسبق بالاهتمام من الجودة تاريخياً ، وأن التقدم الذى حصل فى الماضى كان أكبر بكثير على مستوى حجم الإنتاج بالمقارنة مع التقدم الذى حصل فى مجال الجودة ، ولعل هذه الحقيقة هى التى دفعت (جوران J.M. Joran) خبير أساليب الجودة المعروف فى دراسة حديثة نشرها فى مجلة هارفرد للأعمال عام ١٩٩٣م إلى القول بأن القرن العشرين هو قرن الإنتاجية ، وأن القرن الحادى والعشرين سيكون قرن الجودة .

ومع أن الجودة كانت تعتبر العمل الأول فى الشركات الحديثة إلا أنها ظلت عملياً تتطور بمعدل أو بدرجة أدنى من تطور الإنتاجية ، ويمكن تفسير ذلك من خلال أن برامج وإجراءات تحسين الإنتاجية كانت أسرع فى تحقيق النتائج ، وأقل إخفاقاً من برامج وإجراءات تحسين الجودة ، إضافة إلى أن الجودة ومشكلاتها كانت تعالج فى إطار الخطط التشغيلية من قبل الإدارة الوسطى والدنيا ، وليس فى إطار إستراتيجى من قبل الإدارة العليا ، إلا أن الفترة الماضية شهدت تحولاً جذرياً فى الاهتمام بالجودة وخاصة منذ بداية الثمانينيات فى الشركات الأمريكية والأوروبية تحت تأثير عوامل عديدة منها :

أولاً : المنافسة الشاملة القائمة على الجودة : هذه المنافسة هى نتاج التحول الأساسى فى الأولويات الاقتصادية فى العالم حيث أخذت أولوية الاهتمام بالجودة تخطى أولوية الاهتمام بالإنتاجية . وأخذ التفكير خط الزبون يحل محل تفكير خط الإنتاج .

ثانياً : النجاح اليابانى الذى تحقق فى هذه المنافسة والذى كان أحد متركزاته الأساسية يتمثل بالجودة ؛ مما وجه الأنظار بشكل جدى نحو الجودة ، وكذلك نحو مفاهيم وأساليب الجودة فى التجربة اليابانية التى سنعرض لها فى ملحق هذا الفصل .

ثالثاً : النظرة الجديدة إلى أهداف الجودة وأهداف تحسين الجودة فى إطار إستراتيجى ، وليس كما كان سابقاً من خلال الخطط التشغيلية ، ولتكون هذه الأهداف جزءاً أساسياً من خطة العمل التى تعكس الاتجاهات الإستراتيجية

الكلية للشركة التي هي من مسؤولية الإدارة العليا وليس من مسؤولية الإدارة المتوسطة والدنيا .

## ١٤-٢ - النظرة الإستراتيجية للجودة :

إن تحرك الشركات الصناعية الحديثة نحو مفهوم الجودة على مستوى العالم وظهرت أشكال المنافسة الشاملة القائمة على المنافسة ، أدى إلى أن تعتمد بعض الشركات مثل (Boeing) و (كاتربيلار Cater Piller) وهيويت بكارد (Hewlett Backard) و (IBM) على الجودة كإستراتيجية كلية ، وهذا إلى جانب أن اليابانيين استطاعوا أن يحققوا قدرة كبيرة في معالجة الجودة في إطار إستراتيجي . مقدمين في ذلك معالجة جديدة ومصادر جديدة في تحقيق الميزة التنافسية بالاعتماد على الجودة .

ولقد قدّم (شرويد R.G. Schroeder) تصوراً إستراتيجياً وتشغيلياً للجودة وضح فيه أن الجودة هي أحد القرارات الإستراتيجية بالعلاقة مع المعايير القياسية للجودة وتنظيم الجودة . في حين أنها تمثل أحد القرارات التشغيلية بالعلاقة مع مقدار الفحص والسيطرة على الجودة للإيفاء بمواصفات الجودة . الواقع أن هذا التصور يجسد أحد الاتجاهات الجديدة في إدارة العمليات التي تعتبر الجودة الأساسية الأخرى : كفاءة الكلفة ، الاعتمادية ، والمرونة . إزاء هذا التطور في المنظور الإستراتيجي للجودة أصبح ضرورياً إعادة النظر في معالجة قضايا الجودة وتنظيمها وذلك بتأكيد (J.M. Juran) على إدارة الجودة الشاملة التي من مهامها القيام بإجراء التغييرات الضرورية للوصول بالشركة إلى الجودة على مستوى العالم ، وأهم هذه التغييرات :

أولاً : إنشاء مجلس الجودة بالشركة والعمل من خلاله والذي يعبر عن الالتزام العالي للشركة بالجودة إستراتيجياً وتنظيمياً ومالياً ... إلخ .

ثانياً : وضع أهداف الجودة في الشركة والتي تشتمل على أهداف تحسين الجودة واعتبارها جزءاً من خطة الأعمال في الشركة ، وبما يضمن وجود منظور إستراتيجي للشركة في مجال الجودة .

ثالثاً : اعتماد الوسائل والأدوات التي تساعد على قياس نتائج النوعية في ضوء أهداف الجودة .

- رابعاً : القيام بالمراجعة الدورية للنتائج وتقييمها وفق أهداف الجودة .
- خامساً : تمييز الأداء المتفوق فى مجال الجودة ومكافأته ، وضمن ذلك جعل الجودة منظورة فى الشركة .
- سادساً : التأكيد على تحقيق الاستجابة السريعة للتغيرات فى السوق ، بما يطور الجودة حسب حاجات الزبون ورغباته .

## ١٤-٢- مفهوم الجودة :

لقد اهتم الإنسان منذ القدم بالجودة . وكان هذا الاهتمام يأخذ أشكالاً بدائية وعفوية غير منظمة : فالإنسان البدائى اهتم بجودة الطعام هل هو صالح للأكل أم لا ، وجودة المواد التى يستخدمها كملابس هل هى تقيه غوائل الطبيعة أم لا . كما اهتم بجودة أدوات الصيد وجودة أسلحته الخشبية هل هى قوية أم لا ، ومع التجربة كان يميل إلى استخدام ما يراه ملائماً لحاجاته واستبعاد ما لا يلأنم حاجاته فى حين كانت الطبيعة هى المصنع الكبير الذى يجهزه بالطعام والمتطلبات البسيطة المختلفة .

ومع الخطوات الأولى نحو الإنتاج وزراعة الأرض وتدجين الحيوان كان الاهتمام بالجودة يأخذ شكل الاختيار لتدجين بعض الحيوانات وزراعة بعض المحاصيل دون أخرى . ومع ظهور المدن ظهرت الأسواق ذات الأحجام الكبيرة نسبياً ، التى استخدمت بعض المواصفات للسلع ، وتطورت الحرف والأسواق المتخصصة (مثل سوق الحدادين ، الوراقين ، والنساخين فى العصر الإسلامى ، وكان الاهتمام بالجودة جزءاً من المحافظة على سمعة المهنة والحرفة .

ومع الثورة الصناعية ظهرت النقابات المهنية حيث احتكرت كل نقابة مهنة معينة وقواعد العمل فيها ، كما تحدد جودة المواد والمنتجات وكان ذلك جزءاً من محافظة النقابة على أسرار وسمعة المهنة . وإلى جانب ذلك كان لظهور نظام المصنع وتزايد حجم الإنتاج : ما يؤكد الحاجة إلى الاهتمام بالجودة : لأن كلفة التلف بأشكاله المختلفة كانت عالية ، وقد استمر التطور فى مجال الجودة فى مجالين أساسيين : الأساليب والمفاهيم . على صعيد الأساليب كان التطور يتجه نحو المزيد من كفاءة عملية الرقابة على الجودة ، وقد تمكن (والتر شويهارت W.A. Shewhart) فى عام ١٩٢٤م



من تطبيق مخططات السيطرة الإحصائية على المنتجات الصناعية ، وقد تتوج هذا التطور فى وضع (دوج وروميج Dodge and Romig) جداول الفحص بالمعينة التي تمثل وسيلة قياسية فعالة فى معاينة القبول ، أما على صعيد المفاهيم ، فإن هذا التطور نجده فيما يأتى :

أولاً : مفهوم الجودة : لقد قدمت تعريفات كثيرة للنوعية منها :

- أن الجودة هى إشباع حاجة ما على نحو ملائم .
- هى درجة القدرة على تحقيق رضا المستهلك .
- هى تحقيق كلفة مناسبة لمواصفات المنتج .

والتعريفات كثيرة إلا أن هناك تعريفين نالا اعترافاً واسعاً وعبراً عن نظرتين سائدتين فى التعامل مع مفهوم الجودة ، الأول قدمه (فيليب كروسبى P.B. Crosby) ، حيث عرف الجودة بأنها "المطابقة للمواصفات" ، والثانى قدمه (جوران J.M. Joran) وعرفها بأنها "الملاءمة للاستعمال" . الواقع أن المطابقة للمواصفات هو الأكثر تمثيلاً للمدخل الإنتاجى الذى يخضع الجودة لمطلبات التصميم والعملية الإنتاجية ، فى حين أن الملاءمة للاستعمال هو أكثر تمثيلاً للمدخل التسويقي ، وبالتالي أكثر اقتراباً من الزبون ، حيث الزبون هو المستفيد من الجودة والحكم الأخير عليها .

ثانياً : النظرة إلى التلف : حيث إن التلف هو عدم الجودة أو الجودة الرديئة ، وبعد أن كان التلف فى المدخل التقليدى جزءاً من الجودة من خلال مفهوم مستوى الجودة المقبول الذى يعبر عنه عادة بالنسبة المئوية للوحدة الصالحة مثلاً (٠.٩٨) أو نسبة مئوية للتلف (٠.٠٢) ، وبالتالي فإنه يعنى بشكل ضمنى أن هناك نسبة مقبولة من التلف ، إلا أن الاتجاهات الحديثة فى مجال الجودة تميل أكثر فأكثر إلى الجودة بدون التلف وفق مفهوم التلف الصفري ، ولقد أشار آدم وإيبرت (Adam and Ebert) إلى أن أغلب الشركات الأمريكية تقيس الجودة بالأجزاء التالفة (مثلاً ٢٪) ، وفى المقابل نجد أن الشركات اليابانية تقيس الأجزاء التالفة بالمليون مثلاً (١٠) لكل مليون ، أى تلف واحد فى كل مائة ألف وحدة (٠.٠٠١٪) وبما يقربها من التلف الصفري .

ثالثاً : الخسارة الكلية جراء الجودة الرديئة : حيث إن النوعية الرديئة هي أولاً إهدار في موارد المجتمع المخصصة للإنتاج ، ولأن هناك أعداداً غفيرة من الزبائن تستخدم المنتج ذا الجودة الرديئة ؛ فإن هناك خسارة كلية كبيرة يتحملها المجتمع ، وهذا ما تمثله دالة خسارة الجودة في مدخل تاغوتشى للجودة .

## ١٤-٤- كلف الجودة :

إن كلف الجودة (Quality Cost) تشير إلى تلك الكلف المترافقة مع عمليات الجودة التي تسبق الإنتاج (كلف الوقاية) ، وأثناء الإنتاج (كلف التقييم) ، وما بعد الإنتاج (كلف الإخفاق الداخلى والخارجى) ونعرض فيما يأتى لهذه الكلف :

أولاً : كلف الوقاية (Prevention Costs) : هي الكلف المتعلقة بمنع الانحرافات فى الجودة قبل حصولها وتشمل : كلف إدارة الجودة وتخطيط النظم ، تدريب الجودة ، تخطيط الجودة (العمل الهندسى للرقابة على الجودة ، فحص المدخلات ، وفى التشغيل والمخرجات ، تحليل بيانات الجودة ، تخطيط المشتريات ، مسح الموردين ، ودراسات المعولية) ، معدات القياس والرقابة على الجودة ، وعدّ وإحصاء المواد .

ثانياً : كلف التقييم (Appraisal Costs) : هي الكلف المترافقة مع تدقيق الجودة المتحققة ومدى مطابقتها للمواصفات وتشمل : كلف الاختبار ، الفحص ، دراسات الجودة ، اختبار وفحص المدخلات والقبول المختبرى ، تدقيق العمل ، خدمات القياس المختبرى ، تهيئة الاختبار والفحص ، الاختبار والفحص للمواد ، المصادقة الخارجية ، الصيانة ، مراجعة هندسة الإنتاج ، الاختبار الميدانى .

ثالثاً : كلف الإخفاق الداخلى (Internal Failure Costs) : هي الكلف التى تترافق مع إنتاج الجودة الرديئة واكتشافها قبل وصولها إلى الزبون وتشمل : كلف الخردة ، إعادة العمل ، شراء المواد ، هندسة المصنع ، التحقق من الإخفاقات ، نشاط تدفق المواد ، والتصليح ومعالجة الأسباب .

رابعاً : كلف الإخفاق الخارجى (External Failure Costs) : هي الكلف التى ترافق مع وصول المنتج ذى الجودة الرديئة إلى الزبون وتشمل : كلف الشكاوى

وفقدان السمعة لدى الزبون ، كلف الضمانة ، الميدانية وخدمة الزبون ، معالجة وصيانة المواد المعادة ، ومخزون الاستبدال ، والعلاقات المتوترة مع الموزعين .

إن كلف الوقاية هي التي يجب أن تحظى بالاهتمام والتطوير : لأنها تحقق أفضل النتائج فيما يتعلق بالجودة الجيدة ، وكذلك في خفض بقية أنواع كلف الجودة ، وخاصة كلف الإخفاق الداخلى والخارجى ، ويمكن التأكيد في هذا المجال على أن المدخل التقليدى كان يركز على كلفة الخردة وإعادة العمل بوصفهما أهم بندين فى كلفة الجودة ، إلا أن المدخل الحديث فى الجودة يركز على كلف الإخفاق الخارجى : لأن الجودة الرديئة تخرج من المصنع إلى الزبون حيث تكون الخسارة فى هذه الحالة خسارة طويلة الأمد فى فقدان المبيعات وتراجع الحصة السوقية . كما أن مدخل تاغوتشى يقدم أسلوباً جديداً لحساب الخسارة المجتمعية جراء الجودة الرديئة (انظر ملحق هذا الفصل حول التجربة اليابانية فى مجال الجودة) .

ولكن ماهى مصادر الإخفاق التى تؤدى إلى تحميل كلف الجودة الناجمة عنه ؟ والإجابة نجدها فى دراسة أجريت حول كلف الجودة فى عملية الاستنساخ : حيث ظهر أن العامل كان هو المصدر الأساسى لكلف الجودة . وهو يتحمل ( ٥٠ ٪ ) من هذه الكلفة وبقية العوامل مجتمعة تمثل ( ٥٠ ٪ ) منها والجدول رقم (١٤-١) يوضح ذلك .

الجدول رقم (١٤-١) : كلف الجودة فى عملية الاستنساخ

فئة الخسارة	خسارة الجودة السنوية (دولار)	تكرار الخسارة (%)	التكرار المتراكم للخسارة (%)
خطأ العامل	٥٠٠	٥٠.٠	٥٠.٠
المسار أو الزجاج الوسخ أو الملطخ	٢٢٥	٢٢.٥	٧٢.٥
نقص مستوى الحبر	١٢٥	١٢.٥	٨٥.٠
سوء التغذية	٧٥	٧.٥	٩٢.٥
المصادر الأخرى	٧٥	٧.٥	١٠٠.٠

## ١٤-٥- أدوات تحسين الجودة :

تعتبر برامج تحسين الجودة من المهام الأساسية لإدارة الجودة ، خاصة أن الجودة ذات تأثير سيني على السمعة الطيبة للشركات وقدرتها على المنافسة ، ويمكن أن نحدد الأسباب التي تؤدي إلى اهتمام الشركات ببرامج تحسين الجودة كالآتي :

أ - السمعة : إن السمعة الجيدة والشعور الودي للزبون حيال الشركة هو انعكاس مباشر لجودة منتجاتها ، بينما تكون السمعة الضائعة نتيجة مباشرة للجودة الرديئة : لهذا فإن حماية الشركة لسمعتها يتطلب التحسين المستمر لجودة منتجاتها بما يحقق أفضل إشباع لحاجات الزبون .

ب- المسألة القانونية : إن تحمل المالكين أو الإدارة للمسؤولية القانونية عن أية أضرار وخسائر مادية أو بشرية تنجم جراء الجودة الرديئة للمنتجات : يجعلهم يجدون في البحث عن كل ما يؤدي إلى حمايتهم من المسألة القانونية ، خاصة أن بعض التشريعات أخذت تحظر استخدام بعض المواد الكيماوية أو المضرّة صحياً أو بيئياً في المنتجات : مما يفرض على الشركات البحث عن مواد بديلة تساعد على تحسين جودة منتجاتها .

ج- الكلفة : إن كلفة الجودة الرديئة عالية جداً ، سواء في معالجة الإخفاق الداخلي (الخرقة وإعادة العمل) والخارجي (برامج تحسين السمعة المتضررة واستبدال المنتجات التالفة وغيرها) : مما يجعل من برامج تحسين الجودة ذات نتائج اقتصادية إيجابية في خفض كلف الإخفاق بالجودة .

د- الإنتاجية : إن معدات ذات جودة أدنى أو مواد أو عمل أو منتجات ذات جودة أدنى ، تعني إنتاجية أدنى ، وبالمقابل فإن معدات أو مواد أو عمل أو منتجات ذات جودة أعلى تعني إنتاجية أعلى ، ولأن كفاءة الشركة تحدد بإنتاجيتها : لهذا فإن برامج تحسين الجودة تكون ضرورية لزيادة إنتاج الشركة .

إن هذه الأسباب جعلت البحث عن أدوات تحسين الجودة مسألة ضرورية بالنظر لأهمية هذه الأدوات في نجاح هذه البرامج ، وقبل أن نعرض لأهمية ذلك نشير إلى أن لدى الشركات مداخل عديدة لتحسين الجودة : فبعض الشركات يجد أن تحسين

الجودة من مسؤولية المجموعات الفنية المتخصصة في حين أن البعض الآخر يرى أن تحسين الجودة هي مسؤولية جميع العاملين . كما أن بعض الشركات تجعل تحسين الجودة استجابة لدور التكنولوجيا المتزايد في العمليات ، والبعض الآخر يرى أن تحسين الجودة هو استجابة لحاجة إنسانية لحل المشكلات . وبغض النظر عن هذه المداخل فهناك أدوات عديدة يمكن استخدامها في تحسين الجودة مثل : عصف العقول ، قوائم المراجعة ، تحليل باريتو ، مخطط السبب والنتيجة ، طريقة إخفاق - وثوق ..... .

### أولاً : عصف العقول (Brainstorming)

هذه الأداة تقوم على أساس أن الجماعة يمكن أن تنتج حلولاً أفضل للمشكلات والتوصل إلى أفكار أكثر في العدد وأفضل في الابتكار في معالجة المشكلات عموماً ، ومنها ما يتعلق بالتلف وتحسين الجودة . وأن عصف الأفكار يمثل ممارسة خلاقة في هذا المجال ، وفي هذه الممارسة يقوم مجموعة من العاملين بعقد جلسات لطرح أفكارهم بأسلوب حر ومشجع حول مشكلات الجودة للتوصل إلى المقترحات الخلاقة والجديدة التي يمكن توظيفها لتحسين الجودة . وهناك قواعد أساسية تساهم في ضمان أن تكون جلسات عصف العقول مولدة فعالة للأفكار الجديدة والخلاقة وتجنب كل ما يعيق ذلك . ومن هذه القواعد ما يأتي :

- ليست هناك أفكار تافهة وسخيفة : حيث إن أعضاء الجماعة يشجعون على طرح أفكارهم حتى ولو كانت غريبة وغير مألوفة .

- تركز المناقشة على الأفكار ، وليس على الأشخاص : لهذا فإن الأفكار لا تربط بالأشخاص الذين لا يتحملون أية مسؤولية عن أية فكرة يطرحونها .

- إن كل فكرة تقدم تنتمي إلى الجماعة وليس إلى الشخص الذي يطلقها ، وبهذه الطريقة يمكن أن يستخدم أعضاء الجماعة أفكار الآخرين وتطورها .

- عدم نقد أية فكرة : حيث إن الغرض من جلسات عصف العقول هو توليد الأفكار وليس تقييمها .

- عدم هيمنة أية أفكار أو آراء أحد الأعضاء على جلسة عصف العقول : وذلك لأن المطلوب هو الحوار غير المقيد والتوليد الحر للأفكار من قبل جميع أعضاء الجلسة وتطورها للتوصل إلى الحلول الخلاقة .

## ثانيًا : قوائم المراجعة (Check Sheets)

هذه الأداة تمكن المستفيدين من ترتيب وتنظيم البيانات حول التلف والأسباب المؤدية إليه بشكل يسهل التجميع والتحليل واستخلاص النتائج منها ، وهناك أنواع عديدة من هذه القوائم بعضها يربط حدوث التلف حسب ساعات العمل ، وبعضها الآخر يربط حدوث التلف بمواقع العمل . والجدول رقم (١٤-٢) يوضح قائمة المراجعة لأنواع التلف فى صناعة الحقائب المدرسية موزعة حسب ساعات العمل فى مركز العمل رقم (١٠) .

الجدول رقم (١٤-٢) : قائمة المراجعة بأنواع التلف فى الحقائب المدرسية

ساعات العمل	عدم تجانس الألوان	نقص قاعدة الحقيبة	عدم تثبيت أحد الحاملين	عدم تثبيت مقبض اليد	تلف الزمام الرئيسى	تلف الزمام الجانبى	الصورة مشوهة على الحقيبة	أنواع أخرى
٦-٧		II	II					
٧-٨		I	IIII	I				
٨-٩		III	IIII	I	I			I
٩-١٠		III	IIIIII	II			I	
١٠-١١		IIII	IIII	III		I	I	
١١-١٢	II	IIII	IIIIII		II		I	
١٢-١٣	I	IIII	IIII	I	II	II	I	
١٣-١٤		II	IIIIII	I	I	I		
المجموع	٣	٢٤	٤٠	٩	٦	٤	٤	١

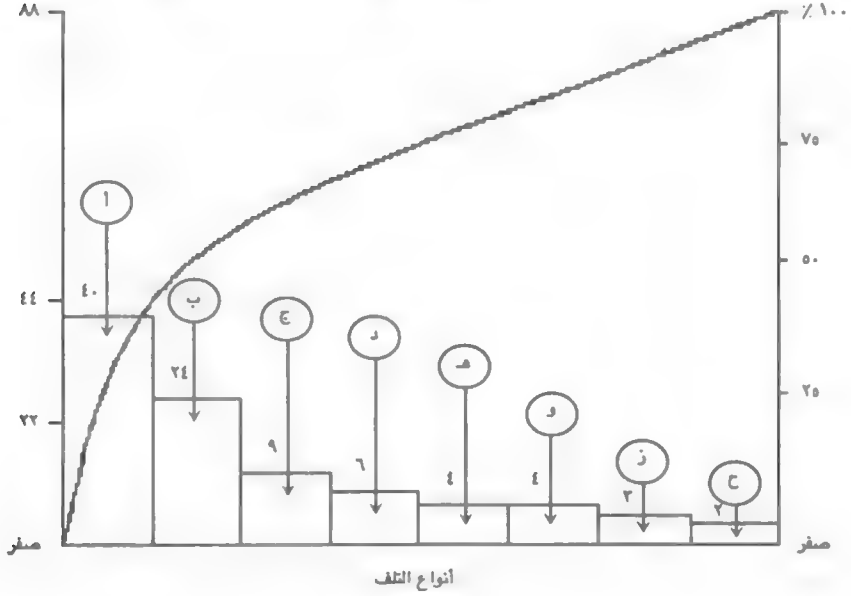
### ثالثاً : تحليل باريتو (Pareto Analysis)

إن تحليل باريتو والتسمية متأتية من اسم الاقتصادي الإيطالي في القرن التاسع عشر (فيلدريدو باريتو V. Pareto) أداة لتركيز الاهتمام على المشكلات المهمة : حيث إن هذا التحليل يقوم على أن عدداً قليلاً من أنواع التلف تكون مسؤولة عن النسبة الأكبر من حالات التلف التي تحدث ، وتحليل باريتو يدعى أحياناً قاعدة (٨٠/٢٠) ، وهي تشير إلى أن (٢٠٪) من أنواع التلف تمثل تقريباً (٨٠٪) من مجموع حالات التلف أو من مجموع كلف التلف : لهذا فإنه لتحسين الجودة يكون ضرورياً التركيز على معالجة أنواع قليلة (٢٠٪) من أنواع التلف : ليؤدي إلى إزالة (٨٠٪) من مجموعة حالات التلف ، في حين أن الأنواع أقل أهمية : حيث إن الجهود التي تبذل قد تكون كبيرة إلا أن النتائج المتحققة منها محدودة الأهمية . إذا ما نظرنا إلى قائمة المراجعة في الجدول رقم (١٤-٢) نلاحظ أن نوعين من التلف : عدم تثبيت أحد حاملي الحقيبة ونقص قاعدة الحقيبة (حوالي ٢٥٪ من مجموع أنواع التلف) تمثل (٦٤) حالة تلف أي حوالي (٧٠٪) . والشكل رقم (١٤-٣) يوضح هذه البيانات وإمكانية استخدامها .

### رابعاً : مخطط السبب والنتيجة (Cause and Effect Diagram)

ندعى أيضاً مخطط عظام السمكة : لأنها تأخذ شكل السمكة ، كما تسمى مخطط إيشكاوا (K. Ishikawa) الذي طوّر هذه الأداة المساعدة العمال الذين يهتمون بحل المشكلة عن طريق عدد العوامل المطلوب اختيارها : حيث تساعد على عرض وتحديد العوامل وآثارها على المشكلة : مما يساعد فيما بعد على توجيه الجهود نحو معالجتها بشكل أفضل وأكثر تنظيماً .

الشكل رقم (١٤-٢) : مخطط باريتو لتمثيل أنواع التلف



ب- نقص قاعدة الحقيبة

د- تلف الزمام الرئيسي

و- الصورة المشوهة

ح- أنواع أخرى

أ- عدم تثبيت أحد الحاملين

ج- عدم تثبيت مقبض اليد

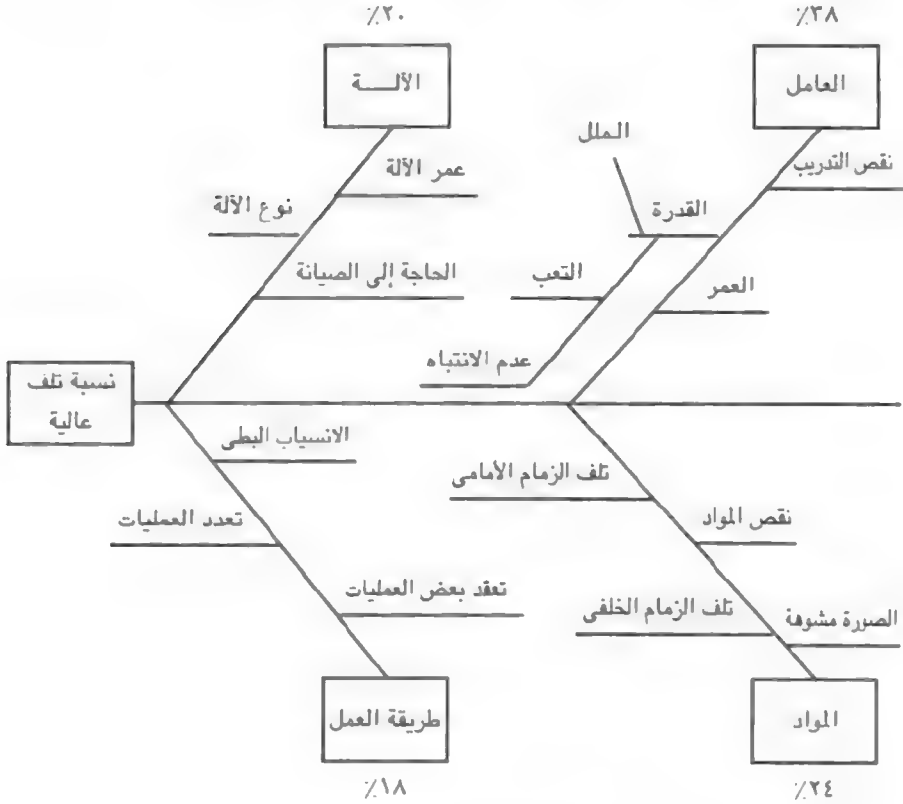
هـ- تلف الزمام الأمامي

ز- عدم تجانس الألوان

في أكثر الأحيان تستخدم بيانية السبب والنتيجة بعد جلسات عصف العقول لتنظيم الأفكار المطروحة . وعادة ما توضع الأسباب في فئات معينة تساهم في إبراز عوامل أساسية تتفرع منها أسباب فرعية تؤدي كلها إلى النتيجة الرئيسية : تدنى الجودة . وقد تحسب أو تقدر بنسبة مساهمة كل فئة من الأسباب في أحداث النتيجة : مما يساعد في توجيه الجهود نحو الأسباب حسب أهميتها . والشكل رقم (١٤-٤) يوضح بيانية السبب والنتيجة للأسباب المؤدية إلى ظهور أنواع التلف في الحقائق المدرسية على افتراض أن الشركة قامت بتقييم التلف وتحديد الأسباب المؤدية إليه .



الشكل رقم (١٤-٤) : بيانية السبب والنتيجة لتلف الحقائب



خامساً : طريقة إخفاق - وثوق (Fail-Safe Method)

إن هذه الطريقة يمكن أن تستخدم للمحافظة على الجودة أثناء عمليات الإنتاج ،  
وهي تشبه في عملها قفل الأرقام الذي لا يفتح إلا إذا استخدم التعاقب الصحيح  
للأرقام ، كما تشبه هذه الطريقة ضوء التنبيه لربط حزام المقعد في الطائرات عند  
الإقلاع والهبوط ؛ فهي إذن تعتمد على وجود أجهزة أو مؤشرات تنبيه ترشد عند العمل  
وفق مستوى الجودة الملائم مع استخدام منبهات إضافية عند العمل وفق مستوى

الجودة غير الملائم ، ويمكن أن تطبق في الفحص الآلي أثناء الإنتاج حيث تفحص جميع الوحدات المنجزة في العمليات الأساسية والكشف عن الوحدات التالفة قبل الانتقال إلى العمليات اللاحقة . وهذه الطريقة بسيطة إلا أن لها تأثيراً كبيراً على خفض أخطاء العامل ، ومن ثم خفض الكلفة الناجمة عنها في زيادة التلف وتدني مستوى الجودة .

### سادساً : طريقة تاغوتشى (Taguchi Method)

تاغوتشى (Genichi Taguchi) هو الفائز السابق بجائزة ديمنج للإنجاز الممتاز في مجال الجودة الصناعية ، والمدير السابق للأكاديمية اليابانية للجودة وحالياً مستشار دولي ، وقد طور مدخلاً للجودة نال قبولاً واسعاً من قبل الشركات ، وهناك سمتان لطريقة تاغوتشى :

أ - تصميم الجودة (Quality Design) : حيث إن هذه الطريقة تركز على جودة التصميم للتوصل للمنتج الأكثر استجابة لعمليات السيطرة عليه أثناء التشغيل ، وأكثر استجابة لحاجات الزبون وأخيراً الذى يكون منتجاً متيناً ، وهو المنتج الذى يمكن أن يقوم بالأداء المطلوب أو المتوقع منه فى ظل مدى واسع من ظروف البيئة بدون إخفاق وبأدنى كلفة استخدام أو تشغيل المنتج ، والواقع أن مدخل تاغوتشى فى هذا المجال أكثر تعقيداً ؛ لأنه يستخدم وسائل كثيرة لتحقيق جودة التصميم بما فى ذلك الابتكار لخفض حساسية المنتج عند صنعه لكل عوامل الضوضاء التى تؤدي إلى الانحرافات عن المستهدفات فى المواصفات ، إضافة إلى استخدام طريقة التصميم المتين والتوسع بذلك لخدمات ما بعد الشراء من خلال المنتج الذى يعمل فى ظروف البيئة المختلفة وتشغيله يكون بأدنى كلفة لتتكامل هذه السمة مع السمة الثانية .

ب- دالة خسارة الجودة (Quality Loss Function) : إن دالة خسارة الجودة مقياس كمى للنجاح أو الإخفاق فى الرقابة على الجودة ، وتعكس كلف النوعية بالنسبة للزبون والمجتمع التى تكون متدنية جداً فى حالة المنتج جيد الجودة ويتزايد بدالة

تربيعية للانحرافات عن المستهدفات في حالة المنتج سيئ الجودة . ومن الواضح أن طريقة تاغوتشي تركز على الزبون والخسائر الاقتصادية التي يتحملها خلافاً للمدخل التقليدي الذي يركز على الخسائر الاقتصادية التي تتحملها الشركة بغض النظر عن الآثار التي يحملها المنتج سيئ الجودة ، كما أن طريقة تاغوتشي تمثل اتجاهاً قوياً نحو تحسين الجودة ليس على أساس النظرة الجزئية للمواصفات ، أو الانحرافات المسموحة ، أو نسبة الوحدات التالفة وغيرها ، وإنما على أساس الرؤية الشاملة لأبعاد الجودة المختلفة ، سواء من وجهة نظر هندسة وتخطيط المنتج والتشغيل (ما قبل الإنتاج) ، والسيطرة على التشغيل وكلف التصنيع واستبعاد الانحرافات (أثناء الإنتاج) أو مجتمعية (ما بعد الإنتاج) . ولنا عودة لمدخل تاغوتشي في ملحق هذا الفصل .

### سابعاً : المقارنة المرجعية (Benchmarking)

المقارنة المرجعية أحد الأساليب الحديثة المستخدمة في تطوير الأعمال في الشركات بشكل عام وفي تحسين الجودة بشكل خاص . ويمكن تعريف المقارنة المرجعية بأنها عملية مستمرة لقياس ومقارنة المنتجات والخدمات من حيث الخصائص والجودة في الشركة مع المنتجات والخدمات التي يقدمها المنافسون المتميزون أو المنافس الذي يقف في المقدمة في هذه المنتجات والخدمات ؛ فيكون هذا المنافس بمثابة المرجع الذي تقاس به وتُقارن معه منتجات وخدمات الشركة التي تسعى إلى تحسين جودتها .

ومن الواضح أن المقارنة المرجعية تعتمد على التعلم من أفضل المنافسين من خلال هذه المقارنة ، إلا أنها لا تقف عند حدود التعلم ، وإنما تعمل على تحقيق المزاوجة بين أفضل ما لدى الشركة مع أفضل ما لدى المنافسين ، وقياس ذلك في ضوء ما لدى المنافسين الذين تمت الاستفادة والتعلم مما لديهم . ولعل أهم ما يجب التأكيد عليه في المقارنة المرجعية هو الاهتمام في هذه المقارنة بالمعايير الكمية ، ففي جودة المنتج تتم المقارنة وفق معايير مثل : نسبة التلف ، عدد الأسباب المؤدية إلى التلف ، التسليم أسرع من المنافسين ، فترة الحاجة إلى صيانة بعد البيع ... إلخ . وفي جودة الخدمة

تتم المقارنة وفق معايير مثل : الوقت بين طلب الخدمة والبدء بتقديمها ، وقت الخدمة ، معدل الاحتفاظ بالزبون سرعة الاستجابة لمقترحات الزبون ... إلخ .

ولكى تؤدي المقارنة المرجعية دوراً فعالاً فى تحسين الجودة فلا بد من أن تكون أسلوباً منهجياً يرتبط بعملية التحسين المستمر الذى تقوم به الشركة ، وهذا الأسلوب المنهجى للمقارنة المرجعية يتطلب أربع خطوات أساسية هى :

أ - التخطيط : يتم فى هذه الخطوة تحديد ما هو المنتج أو العملية أو الجزء أو السمة التى تتم مقارنتها مقارنة مرجعية ، كما يتم تحديد الشركة (أو الشركات) المرجعية التى سوف تستخدم فى عملية المقارنة ، ومن ثم تحديد معايير الأداء من أجل جمع المعلومات والتحليل .

ب- التحليل : يتم تحديد موقع منتج الشركة بالمقارنة مع منتجات الشركة أو الشركات المرجعية ، وبالتالي تحديد الفجوة بين أداء الشركة وتلك الشركات ، كما يتم فى هذه الخطوة تحديد أسباب هذه الفجوة .

ج- التكامل : فى هذه الخطوة يتم وضع الأهداف : من أجل الاستفادة من هذه المقارنة لتطوير المنتج فى الجوانب التى تظهر فيها الفجوة ، وتحقيق دعم المديرين فى تقديم الموارد ، وما هو مطلوب لتحقيق الأهداف المتعلقة بتحسين المنتج .

د- الفعل : حيث يتم تطوير الفرق الوظيفية البيئية من أولئك الذى يتأثرون بالتغيرات المطلوب إدخالها لتجاوز الفجوة ، ومن ثم تطوير خطط النشاط وتخصصات الفرق والبدء بتنفيذ الخطط وتدقيق التقديم ، وإعادة المعايير للمقارنة المرجعية كتحسينات متحققة .

إن التعلم من كل شئ بما فى ذلك التعلم من المنافسين لم يعد أمراً غير مقبول كما كان فى السابق ، بل على العكس نجد أن (بيتر دركر P.F. Drucker) يسميه عند الحديث عن الابتكار بالتقليد الإبداعى ، فى حين أن (توم بيترز T. Petres) يسميه السطو الخلاق : لهذا فإن استخدام أسلوب المقارنة المرجعية يمكن أن يكون مصدراً مهماً لأفكار وممارسات جديدة فى تحسين الجودة ، وهذا ما تقوم به أفضل الشركات الأكثر خبرة وموارد وتكنولوجيا .

ولابد من أن نشير إلى أن الشركة في المقارنة المرجعية لا تتعلم فقط من الشركات المنافسة ، بل إن بعض الشركات التي لديها فروع متعددة أو مصانع متعددة أو خطوط إنتاجية متعددة يمكن أن تقوم بهذه المقارنة المرجعية على الصعيد الداخلي ، وفي هذا السياق يمكن التمييز بين ثلاثة أنواع من المقارنة المرجعية وهي :

أولاً : المقارنة المرجعية الوظيفية (Functional Benchmarking) : فيها يتم مقارنة المجالات مثل الإدارة ، خدمة الزبون ، عمليات البيع ، جودة المنتج أو الخدمة مع تلك الشركات الممتازة في أية صناعة (دون افتراض تشابه المنتجات أو الخدمات) ، فمثلاً تتم مقارنة تحسينات الشركة لتصغير المنتج كأحد إجراءات تحسين الجودة مع شركة ممتازة في تحسينات التصغير مثل شركة سوني اليابانية .

ثانياً : المقارنة المرجعية التنافسية (Competitive Benchmarking) : فيها تتم المقارنة مع المنافس المباشر في المجال الذي تعمل فيه الشركة ، كما في مقارنة جودة التغليف في شركة للبسكويت مع شركة منافسة ممتازة تعمل في نفس المجال ؛ مما يساعد على تحديد الفجوة مع المنافس الذي يمثل تهديداً لحصة الشركة السوقية .

ثالثاً : المقارنة المرجعية الداخلية (Internal Benchmarking) : تستخدم كما أشرنا في الشركات التي لديها فروع متعددة ، مصانع متعددة ، وحتى خطوط إنتاجية تنتج منتجات متعددة ، حيث يمكن تحديد الفرع أو المصنع أو الخط الإنتاجي المتفوق ؛ ليكون بمثابة المرجع في إجراء المقارنة مع الفروع أو المصانع أو الخطوط الإنتاجية الأخرى . والواقع أن مثل هذه المقارنة يمكن أن تطبق بشكا جيد في الشركات التي لديها برامج طويلة الأمد للتحسين المستمر .

## ١٤-٦- الأيزو ٩٠٠٠ :

تمثل المواصفات القياسية العالمية أيزو ٩٠٠٠ (ISO 9000) الصادرة عن المنظمة الدولية للتقييس (ISO) عام ١٩٨٧م ، وثيقة رسمية ذات طابع شمولي لكل ما أقرته هذه المنظمة في مجال الجودة منذ تأسيسها عام ١٩٤٦م وحتى الآن ، كما تمثل أيضاً

استجابة فعالة وعلى نحو عالمي للاتجاهات الجديدة التي تضع الجودة في مركز الاهتمام الإستراتيجي للأعمال في العالم كله .

وللوقوف على شمولية هذه المواصفات القياسية ؛ نشير إلى أن المواصفات القياسية (أيزو ٩٠٠٠-٩٠٠٤) تشملها أربع وثائق : الأولى (أيزو ٩٠٠١) يطبق على الشركات التي تصمم ، تطور ، تنتج ، تقيم ، و تخدم المنتجات ، الوثيقة الثانية (أيزو ٩٠٠٢) تطبق على الشركات التي تعمل في الإنتاج والتركيب ، والوثيقة الثالثة (أيزو ٩٠٠٣) تطبق على المجالات الخاصة بالفحص والاختبار النهائي للمنتجات ، والوثيقة الرابعة (أيزو ٩٠٠٤) تتضمن توجيهات حول التطبيق الملائم للمواصفات ، أما المواصفتان (أيزو ٩٠٠٠) و (أيزو ٩٠٠٤) فتحددان العناصر الأساسية لنظام ضمان الجودة الشاملة والتوجيهات المرشدة فيها . وهذا يعني أن هذه المواصفات تهتم بالجودة في التصميم والعمليات والتنفيذ والأنشطة المرتبطة بها . كما أن المواصفات القياسية لـ(أيزو ٩٠٠٠) تطبق على كل أنواع الشركات الصناعية والخدمية .

ويمكن أن نلاحظ تأثير المواصفات القياسية لـ(أيزو ٩٠٠٠) على الجودة عالمية المستوى فيما يأتي :

أ - إن المواصفات القياسية لـ(أيزو ٩٠٠٠) قدمت للشركات خبرة متكاملة ونظاماً شاملاً من خلال تحديد (٢٠) عنصراً تمثل المتطلبات الشاملة لضمان الجودة في الشركات على نحو عالٍ . وهذا النظام يساعد الشركات على ضبط الجودة وتنظيمها بكفاءة ، وهذه الوظيفة يمكن تسميتها بوظيفة تدبير وتنظيم البيت الداخلي من أجل الجودة .

ب- إن هذه المواصفات تقدماً نظاماً محكماً لتقييم أنظمة الجودة ، سواء عن طريق المدقق الداخلي في الشركة أو المدقق الخارجي الذي هو جهة مفوضة لمنح شهادة بالوفاء بمتطلبات (أيزو ٩٠٠٠) (وظيفة تدقيق الجودة) .

ج- إن هذه المواصفات توفر نظاماً محكماً لتوثيق أنظمة ضمان الجودة في الشركات . في حين أن على الشركات الساعية إلى الحصول على شهادة (أيزو ٩٠٠٠) ، أن

تقدم الوثائق المطلوبة التي تثبت من خلالها التزامها بمواصفات (أيزو ٩٠٠٠) لمصدق خارجي لديه ترخيص في منح شهادة بذلك (وظيفة توثيق الجودة) .

د- إن النقاط الثلاث السابقة تساعد على إيجاد وعي عالٍ بالجودة ، ليس كإفكار عامة وإنما كأساليب وخطوات عملية تتطلب تكلفة عالية ، وفي أحيان كثيرة وقتاً طويلاً لكي تتمكن الشركات من الإيفاء بها ، وتؤدي بالنتيجة إلى تحسين كبير في جميع عناصر نظام الجودة في الشركة (وظيفة وعي الجودة) .

هـ- إن هذه المواصفات القياسية التي تساهم في توحيد متطلبات الجودة في الشركات على نحو عالمي ويغض النظر عن هوية الشركة ؛ فإن الشركات التي تحمل شهادة مصدقة الوفاء بمتطلبات (أيزو ٩٠٠٠) تكون متماثلة في أنظمة الجودة .

و- إن هذه المواصفات تقدم ضماناً موثقاً للزبائن حول جودة المواد والمنتجات والخدمات التي يتعامل بها المنتجون والموردون الذين لديهم شهادة (أيزو ٩٠٠٠) . وهذا ما يؤدي إلى تحقيق الجودة عالمية المستوى وتحفيز الشركات عليها ؛ لأن الشركات التي لا تمتلك شهادة مصدقة تواجه مشكلات كبيرة في المنافسة وعقد الصفقات . وهذا ما يفسر التزايد السريع في عدد الشركات الحاصلة على شهادة (أيزو ٩٠٠٠) : حيث يبلغ عددها (٤٥) ألف شركة عام ١٩٩٣م (وظيفة موثوقية الزبون) .

ز- إن جوائز الجودة التي تمنح للشركات في دول كثيرة للتحفيز من أجل الجودة - أخذت تعتمد بشكل متزايد على مواصفات (أيزو ٩٠٠٠) ؛ لكي توجد تكاملاً بين المعايير والاهتمامات بالجودة على المستوى الوطني مع المعايير والاهتمامات بالجودة على المستوى العالمي (وظيفة التحفيز من أجل الجودة) .

وأخيراً فإن (أيزو ٩٠٠٠) أخذت تمثل الأساس الدولي المشترك للشركات الذي يساهم في بلورة المتطلبات الأساسية والمعايير الموضوعية والظروف المحفزة من أجل الجودة عالمية المستوى ، وبدون ذلك لا يمكن البقاء والنمو في السوق دون هذه المواصفات . والجدول رقم (١٤-٥) يوضح هذه المتطلبات الأساسية .

الجدول رقم (١٤-٥) : المتطلبات الأساسية (للأيزو ٩٠٠٠)

المتطلبات الأساسية
١ - مسؤولية الإدارة عن الالتزام بالجودة ورضا الزبون .
٢ - نظام الجودة يستلزم الدليل العلمى للجودة للإيفاء (الأيزو ٩٠٠٠) .
٣ - مراجعة نظام الجودة .
٤ - الرقابة على التصميم .
٥ - الرقابة على التوثيق .
٦ - الجودة فى عملية الشراء .
٧ - الرقابة على جودة المنتجات الموردة (الرقابة على الإنتاج) .
٨ - مطابقة المنتج وتعقب ذلك خلال مراحل الإنتاج .
٩ - الرقابة على التشغيل (الرقابة على العملية) .
١٠ - الفحص والاختبار (ضمان أن تكون جميع المنتجات مفحوصة) .
١١ - أجهزة الفحص والقياس والاختبار .
١٢ - مواضع الفحص والاختبار (تعليم المنتجات خلال مراحل الإنتاج) .
١٣ - الرقابة على المنتج غير المطابق .
١٤ - النشاط التصحيحي (لحل مشكلات عدم التطابق) .
١٥ - الرقابة على المناولة والخزن والتغليف والتسليم .
١٦ - سجلات الجودة (حفظ وثائق وسجلات نظام الجودة) .
١٧ - تدقيق الجودة الداخلية .
١٨ - التدريب (تحديد احتياجات العاملين وتدريبهم) .
١٩ - خدمة المنتج والمسؤولية القانونية (وفق ما هو مطلوب فى العقود) .
٢٠ - الرقابة الإحصائية (على العمليات والمنتجات والخدمات) .



## ١٤ - ٧ - مساهمات في مجال الجودة :

قد حفلت الجودة بمساهمات كبيرة قدمها بعض المتخصصين في مجال النوعية الذين كان لهم أثر كبير في إعادة النظر بالمفاهيم التقليدية السائدة وتقديم مفاهيم ومعالجات جديدة في هذا المجال ، ونشير فيما يأتي لأهم هذه المساهمات :

أولاً : رقابة الجودة الشاملة (Total Quality Control) : إن مصطلح رقابة الجودة الشاملة هو في الأصل عنوان لكتاب بهذا الاسم كتبه (أرماند فيجنبيوم A. Feigenbaum) ونشر لأول مرة عام ١٩٥١م ، ومع مفهوم رقابة الجودة الشاملة لا تعود الجودة نشاطاً محصوراً في قسم الرقابة على الجودة ، وإنما مسؤولية واسعة وشاملة تبدأ مع التزام الإدارة بالجودة واستمرار التحسينات فيها بدءاً من التصميم ، ومن ثم المدخلات والعمليات وصولاً إلى المخرجات . وقد استفاد اليابانيون من مفهوم رقابة الجودة الشاملة : ليكون أحد الخصائص الأساسية لمدخلهم المتميز في الجودة ، كما سنوضح ذلك في ملحق هذا الفصل .

ثانياً : الجودة المجانية (Free Quality) : إن هذا المفهوم قدمه (فيليب كروسبي F. Crosby) الذي عمل (١٤) سنة مساعداً للرئيس ومديراً للجودة في شركة (ITT) الأمريكية ، وهو المبادر ببرامج التلف الصفرى ومؤلف الكثير من الكتب الأكثر شعبية مثل : الجودة مجاناً "Quality Free" ، والجودة بدون دموع "Quality Without Tears" . ومفهوم الجودة المجانية تقوم على أن الجودة ليست هدية وإنما هي مجانية ، فما يكلف النقود هو الأشياء التالفة أو الأشياء بدون جودة بينما الأعمال التي تنجز بشكل صحيح لأول مرة لا تكلف النقود ونقتصد بها وهذا ما يجعل الجودة مجاناً . كما أن كروسبي في مدخله إلى الجودة يركز على الأبعاد السلوكية والتي تركز على دور الإدارة في إثارة الاهتمام بالجودة ومتابعتها لأساليب وبرامج تحسين الجودة .

ثالثاً : مساهمة ديمينج في مجال الجودة : (إدورد ديمينج W.E. Deming) أخصائى أمريكى ومن خبراء الجودة المعروفين ، وقد ساهم مساهمة كبيرة في برامج تحسين الجودة اليابانية في الخمسينيات ، وقد اعترف اليابانيون بهذه المساهمة عندما وضعوا جائزة للجودة تحمل اسمه (Deming Award) تمنح للإنجازات المهمة في مجال الجودة . إن مدخل وفلسفة ديمينج في جوهرها تقوم على أن

هناك استخداماً محدوداً لكفاءة ومهارات العمال في خط الإنتاج الأول لتحسين الجودة ؛ وذلك لأن أغلب الأشياء التي تساهم بالجودة هي خارج سيطرتهم كما في امتلاك الآلات والأدوات الملائمة ، المواد الملائمة ، التدريب الجيد ، وعمليات الإنتاج الجيدة ؛ لهذا فإن النظام هو المسؤول عن (٩٤٪) من أسباب الإخفاق في الجودة ، وأن العامل هو المسؤول عن النسبة الباقية ؛ لهذا يوصى ديمنج أن تأخذ الإدارة في الشركات بالنقاط الأربع عشرة التي نادى بها ، والتي تلخص مدخله كما في الجدول رقم (١٤-٦) .

إن جوهر مدخل (ديمنج) لإنجاز الجودة العالمية إحصائي ؛ فكل عملية سواء على أرض المصنع أو في المكتب تتعرض لانحرافات عما هو مثالي أو عن مواصفات التصميم ، وقد قدم (ديمنج) الطريقة المنهجية لقياس هذه الانحرافات ؛ وذلك بإيجاد أسبابها لتقليصها أو إزالتها ، ومن ثم تحسين العملية والمنتج . ديمنج يصنف أسباب الانحرافات إلى نوعين :

النوع الأول : الأسباب الخاصة (Special Causes) : تكون من مسؤولية العامل بسبب إهماله ، وتنتج (٦٪) من الإخفاقات الناجمة عن انحرافات شاذة غير قابلة للتنبؤ .

النوع الثاني : الأسباب العامة (Common Causes) : وتكون من مسؤولية النظام وتنتج (٩٤٪) من إخفاقات الجودة ، وتخلق انحرافات متناغمة قابلة للتنبؤ مثل الاختلافات الضئيلة في أبعاد تجويف المنتج بنفس الآلة .

وهكذا يحاول (ديمنج) وضع عملية الإنتاج تحت الرقابة الإحصائية لإزالة الاختلاط الكامل بين الأسباب الخاصة والعامة ، وبعدئذ العمل على الأسباب العامة بتغيير النظام وقياس نتائج ذلك بشكل متسق .

## ١٤-٨- الفحص :

الفحص (Inspection) هو عملية التأكد من خلال الملاحظة والقياس للمدخلات والعمل في التشغيل ، وكذلك المخرجات من أنها مطابقة للمواصفات أو المعايير القياسية (Standards) أم لا ، هو إذن يوفر البيانات الضرورية المتعلقة لضمان الجودة لهذه المكونات وفق ما هو محدد بشكل مسبق .

إن فحص المدخلات يقوم على أساس منطقي هو أن المخرجات لا يمكن أن تكون بأية حال أفضل من مدخلاتها ، وبالتالي : فالمدخلات الجيدة شرط لابد منه لمخرجات جيدة ، في حين أن المدخلات التالفة لابد - بعد المرور في عمليات التحويل - أن تؤدي إلى منتج نهائي تالف أو غير مقبول ، وعندها تتحمل الشركة كلفة الإخفاق العالية في التصليح وإعادة العمل والاستبدال وغيرها ، وهذه الكلفة تكون أكبر من كلفة الفحص للمدخلات : لهذا يكون على الإدارة أن تتخذ قرارها بفحص الشحنات الواردة من المواد والأجزاء الداخلة وفق معايير محددة مسبقاً تحدد بوضوح ما هو مقبول وغير مقبول ومستويات ذلك .

#### الجدول رقم (١٤-٦) : نقاط ديمنج الأربع عشرة لتحسين الجودة

- ١- ابتكر ، خطط المنتجات وفق منظور طويل الأمد وبشكل حاجات الشركة .
- ٢- تعلم الفلسفة الجديدة : لاتنغمس في القديم .
- ٣- استخدم الرقابة الإحصائية لضمان جودة المنتجات الداخلة والخارجة ، لاتعول على الفحص الواسع .
- ٤- استعن بالعدد الأدنى من الموردين .
- ٥- تحقق أن هناك مصدرين لمشكلات الجودة : نواقص النظام والأداء غير الملائم للعمل ، والأرجح أن المشكلة في النظام .
- ٦- حسنْ وطور تدريب العمل .
- ٧- قدّم المنزلة الأعلى للإشراف ومتطلباته .
- ٨- استبعد الخوف ، وهكذا كل واحد قد يعمل بشكل فعال من أجل الشركة .
- ٩- حافظ على الاتصال المفتوح باتجاهين بين جميع الأقسام .
- ١٠- تحرر من الأهداف والشعارات الرقمية .
- ١١- اختبر وقيم معايير العمل بطريقة واقعية . لاتعول على المعايير القائمة على الحصص الرقمية .

### تابع : الجدول رقم (١٤-٦) نقاط ديمنج الأربع عشرة لتحسين الجودة

- ١٢- استبعد العقبات التي تقف بين العامل على أساس الساعة وحقه في الاعتزاز بالصناعة .
- ١٣- اقم برنامجاً تدريبياً نشيطاً في المهارات الجديدة .
- ١٤- اخلق هيكلأ في الإدارة العليا لمواصلة العمل كل يوم على النقاط الثلاث عشرة السابقة .

والحالة الثالثة في هذا المجال هي ألا تفحص المدخلات بشرط ضمان أن نسبة التلف لا تزيد على المتفق عليها مسبقاً . وهذه الحالة لا يمكن ضمانها إلا عن طريق العلاقات القوية مع موردين يعول عليهم وعلى مخرجاتهم التي تمثل المدخلات المطلوبة بدون الحاجة لإعادة فحصها .

أما فحص العمل في التشغيل (Work-In-Process Inspection) فهو التأكد من مخرجات كل عملية أو كل مجموعة من العمليات المترابطة بأنها مطابقة للمعايير القياسية ، وبالتالي استبعاد الوحدات غير المطابقة ؛ لكي لا تستمر لتزيد من نسبة التلف في المخرجات . وبسبب تعدد العمليات يصبح من الضروري تحديد كم من الفحص أو محطات الفحص تستخدم وأين يتم توزيعها . مع أن الإجابة المطلقة ليست ممكنة لاختلاف ظروف وعمليات ونسبة التلف في كل شركة إلا أن الطريقة التجريبية هي المتبعة في تحديد ذلك بالاعتماد على عاملين هما : نسبة الوحدات التالفة في كل مرحلة من مراحل العمليات التحويلية ، وكلفة التحويل .

وفيما يتعلق بمواقع محطات الفحص ، فإن الحالة المثلى اقتصادياً تتمثل في وضع الفحص في الموقع ، حيث تكون كلفة الفحص بأدنى مستوى ونسبة الوحدات التالفة بأعلى مستوى ، وفي مثل هذه الحالة ستكون النسبة الحرجة (نسبة كلفة الفحص إلى الوحدات التالفة) صغيرة جداً . إلا أن الحالة المثالية من وجهة نظر إدارة العمليات المعاصرة هي ألا يكون هناك فحص العمل في التشغيل ، وذلك بتطوير مهارات العاملين وتوسيع مسؤولياتهم : ليكون العامل الذي يقوم بالعملية هو المسؤول عن فحص مخرجاتها لضمان جودتها .

ويقترح (أدم و إبيرت Adam and Ebert) طريقتيه في ثلاث خطوات لتحديد مواقع محطات الفحص وهي :

أ - حدد كل مراحل العملية التحويلية التي تكون المواقع المحتملة لمحطات الفحص مع تقدير كلفة الفحص لكل موقع محتمل ، واجمع بيانات عن نسبة الوحدات التالفة خلال الفترة الماضية في هذه المواقع المحتملة .

ب- احسب النسبة الحرجة لكل محطة فحص في المواقع المحتملة (نسبة كلفة الفحص إلى الوحدات التالفة) .

ج- رتب محطات الفحص على أساس النسبة الحرجة : فتكون النسبة الحرجة الأصغر هي الموقع المرغوب الأفضل ، والنسبة الحرجة الأكبر تكون غير مرغوبة بالترتيب ، ومن ثم استخدام المواد المخصصة للفحص وفق هذا الترتيب حتى يتم استفادها .  
والمثال (١٤-١) يوضح هذه الطريقة .

مثال (١٤-١) :

عملية تحويلية ذات ثلاثة مواقع محتملة للفحص (أ ، ب ، ج) ، وبعد جمع البيانات ظهر أن نسبة الوحدات التالفة في هذه المواقع هي : (١٠٪) في الموقع (أ) و (٥٪) في الموقع (ب) و (٦٪) في الموقع (ج) ، وقدرت كلفة الفحص عند الموقع (أ) بمقدار (١٥٠) ديناراً ، وعند (ب) بمقدار (٢٠٠) دينار وعند (ج) بمقدار (١٠٠) دينار . ما هو ترتيب مواقع الفحص الذي يفضل استخدامه عند محدودية الموارد المخصصة للفحص ؟

الحل :

احتساب النسبة الحرجة :

$$\text{الموقع (أ)} = \frac{١٥٠}{٠,١٠} = ١٥٠٠ \text{ دينار} .$$

$$\text{الموقع (ب)} = \frac{٢٠٠}{٠,٠٥} = ٤٠٠٠ \text{ دينار} .$$

$$\text{الموقع (ج)} = \frac{١٠٠}{٠,٠٦} = ١٦٦٧ \text{ ديناراً} .$$

يجب أن تكون هناك محطة فحص عند الموقع ( أ ) فإذا توفرت الموارد تكون هناك محطة فحص ثانية عند ( ج ) ، فإذا توفرت موارد أيضاً تكون المحطة الثالثة عند الموقع ( ب ) .

أما فحص المخرجات فإنه يمثل نقطة التركيز في عملية الفحص والتي تركز عليها الإدارة بدرجة كبيرة ، ورغم أهمية الفحص في المراحل السابقة كوقاية مبكرة إلا أن فحص المخرجات هو المحطة الأخيرة قبل خروج المنتج من المصنع إلى الزبون (أى انتقال الإخفاق الداخلى إلى إخفاق خارجى) . وفى فحص المخرجات يجب أن تحدد المعايير القياسية التى على أساسها يتحدد ما هو مقبول ومرفوض ، كما يجب تحديد الانحرافات والإجراءات التصحيحية التى تتخذ لمعالجة أسبابها ومصادرها .

إذن الفحص فى المراحل الثلاث ضرورى لضمان الجودة ؛ لهذا فإنه يتطلب استخداماً رشيداً من حيث كمية وكلفة الفحص ومواقع استخدامه ، وبشكل عام فإن هناك مؤشرات يمكن الاستفادة منها فى ترشيد عملية الفحص ، هى :

أ - أن كمية الفحص المطلوبة تزداد فى العمليات التى يتزايد فيها التدخل البشرى ، خلافاً للعمليات الممكنة أو المؤتمتة التى تميل إلى أن تكون ذات معولية عالية .

ب- إن العمليات المكلفة تتطلب استخدام موقع فحص قبل دخول المواد إليها ، وبالتالي كلما ازداد عدد هذه العمليات المكلفة ازداد مقدار أو كمية الفحص .

ج- فى أنظمة الإنتاج بحجوم كبيرة يكون من الضرورى استخدام الفحص المؤتمت ، ولقد استخدم اليابانيون هذا الأسلوب بكفاءة عالية ؛ فالمتحسسات الإلكترونية قد تنصب لتبيين الخطوات التى لا تنجز أو تنجز بشكل غير قياسى ، وأن الضوء المنبه يضى فوراً ؛ ليحذر العامل من الخطأ ، واليابانيون يسمون هذه الأساليب (Poke a yoke) أى المضمونة التى لا تخفق .

د- فى العمليات التى من المتعذر إلغاء أثرها يكون الفحص ضرورياً قبلها مباشرة ؛ ففى بعض الأحيان يكون ممكناً معالجة الخطأ بالمادة فى عمليات معينة ، ولكن معالجة الخطأ بعد عمليات أخرى غير ممكن ، فمثلاً الأوانى الفخارية يمكن معالجتها قبل عملية الحرق أما بعد الحرق ، فإن المنتج التالف إما أن ينبذ أو يباع كمنتج ثانوى بسعر منخفض .

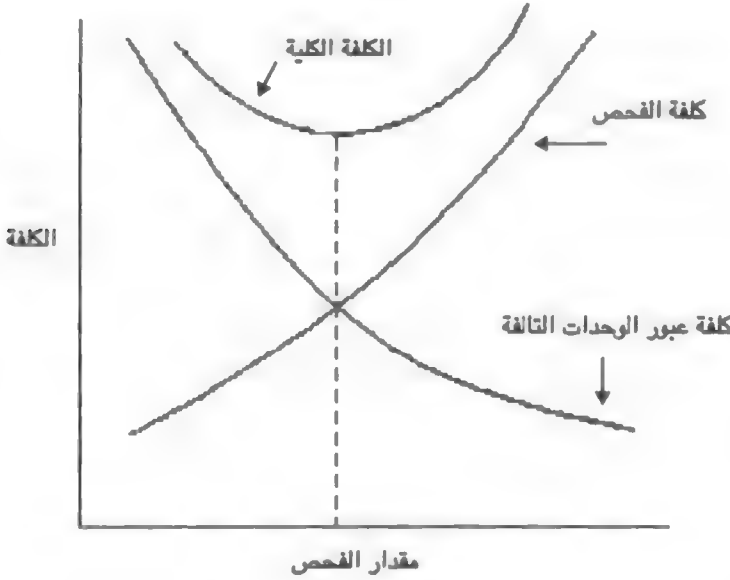
هـ- إن مقدار الفحص يزداد بدرجة أكبر فى العمليات التى تكون خارج السيطرة بشكل متكرر ، بالمقارنة مع العمليات المستقرة التى تكون عادةً تحت السيطرة ، فالأولى بحاجة إلى فحص مستمر ، بينما الثانية لا تحتاج إلا إلى فحص غير متكرر .

و- إن المنتجات التى تكون فيها كلفة عدم اكتشاف الوحدات التالفة كبيرة تتطلب مقداراً أكبر من الفحص ، مثال ذلك معدات الطيران الجوى التى تمثل مكونات حرجية والإخفاق فيها ذو كلفة بشرية ومادية عالية ؛ لهذا فإنها تفحص بدقة كبيرة ، بينما فى المنتجات التى تكون قليلة الأهمية والكلفة وتنتج بحجم كبير وكلفة عدم اكتشاف التلف متدنية كما هو الحال فى الأقلام الخشبية والدبابيس ومشبكات الورق - فإنها تتطلب فحصاً أقل خاصة ، وأن عمليات إنتاج هذه المنتجات عادة ما يعول عليها والتلف فيها نادر .

بعد هذا العرض لمراحل عملية الفحص لابد من التأكيد على أن مدير العمليات لا ينظر إلى الفحص على أنه ضرورى وقائم بذاته ؛ لهذا فإنه يبحث عن مستوى الفحص الأمثل أخذاً بالاعتبار أن لمقدار أو كمية الفحص مدى واسعاً يمتد من اللافحص إلى الفحص بالكامل (١٠٠٪) ، أى فحص كل وحدة من المدخلات أو من العمل فى التشغيل أو المخرجات ، وبالتالي لابد من اختبار مقدار الفحص الملائم .

إن مقدار الفحص الملائم يتحدد بكلفة الفحص والكلفة المتوقعة لمرور الوحدات التالفة ، ويلاحظ أن هاتين الكلفتين متعاكستان ؛ حيث إن زيادة أنشطة الفحص ، وبالتالي كلفته تؤدي إلى خفض كلفة الوحدات التالفة غير المكتشفة ، وفى هذه الحالة فإن مقدار الفحص الملائم هو الذى يحقق الحد الأدنى من مجموع الكلفتين ، والشكل رقم (١٤-٧) يوضح كيفية تحديد المستوى الأمثل للفحص .

الشكل رقم (١٤-٧) : مبادلة كلفة الفحص وكلفة عبور الوحدات التالفة



#### ١٤-٩ - معاينة القبول :

إن معاينة القبول أو القبول عن طريق العينات أسلوب للرقابة الإحصائية على الجودة الذي يستخدم لاتخاذ قرار القبول أو الرفض لشحنات المدخلات (المواد المشتراة) والمخرجات (المنتجات النهائية) ، وهي شكل من الفحص يطبق على الوجبات أو الشحنات من المواد أو المنتجات ، والفرض منها هو تحديد مدى إيفائها بالمعايير القياسية المحددة مسبقاً ، فعندما تكون مستوفية بالمعايير : فإنها مقبولة وعندما لا تفي بالمعايير فإنها مرفوضة . ومعاينة القبول كأسلوب إحصائي مهم في الرقابة على الجودة يختلف عن الرقابة على العملية : حيث إن معاينة القبول تتم قبل الإنتاج لقبول أو رفض المواد الداخلة وبعد الإنتاج لقبول أو رفض وجبة المنتجات النهائية ، في حين أن الرقابة على العملية تتم أثناء الإنتاج وغرضها الأساسي هو التأكد من أن العملية التحويلية تتم وفق المعايير القياسية من خلال عينات دورية تؤخذ من بعض المراحل ،



ومن خلال ذلك يتحقق التأكد من أن المخرجات المستقبلية ستكون مقبولة ، وأن الأداة الأساسية في الرقابة على العملية هي مخططات الرقابة .

وتعتمد معاينة القبول على خطة المعاينة التي تحدد حجم العينة وعدد وحدات العينة التي تكون مطابقة للمواصفات أو المعايير القياسية المحددة مسبقاً : لتكون الوجبة أو الشحنة كلها مقبولة ، وعند عدم تحقق ذلك فإن الوجبة أو الشحنة تكون مرفوضة ، وفي هذه الحالة فإما أن تفحص فحصاً كاملاً ( ١٠٠٪ ) ، أو تتم إعادتها للمورد لاستبدالها . ولا بد من أن نشير إلى أن استخدام أسلوب العينات له أسباب كبديل فعال واقتصادي للفحص الشامل خاصة أن الأساليب الإحصائية للرقابة على الجودة أصبحت أكثر دقة في التوصل إلى القرار الصحيح في قبول أو رفض الوجبات أو الشحنات . وبشكل عام فإن استخدم العينات يكون مفيداً في الحالات الآتية :

أ - إذا كان حجم الوجبة كبيراً جداً وينبغي معالجة فحصه في وقت قصير من أجل الاستلام أو التسليم .

ب - عندما تكون كلفة نتائج مرور الوحدات التالفة منخفضة .

ج - في الحالات التي يكون فيها الاختبار تدميراً كما في اختبار القنابل واختبار متانة المنتج (وكذلك في اختبار وجبات الطعام السريعة حيث إن الفحص الشامل يعني أكلها كلها) .

د - عندما يؤدي التعب والملل الناجم عن فحص الأعداد الكبيرة من المواد أو المنتجات إلى أخطاء الفحص . وفي معاينة القبول هناك المخاطر الناجمة عن أخطاء المعاينة واستخدام خطط المعاينة البديلة ونعرض فيما يأتي لهذين الموضوعين .

#### أولاً : أخطاء المعاينة (Sampling Errors)

هناك نوعان من الأخطاء يمكن أن ينتجا عن معاينة القبول وهما ، النوع الأول : عندما تكون الوجبة أو الشحنة بنوعية جيدة إلا أن العينة التي تسحب عشوائياً منها تتضمن عدداً كبيراً من الوحدات التالفة (أكبر من المسموح) ، وبما لا يتناسب مع حجم العينة فترفض الوجبة أو الشحنة خطأً ، وهذا هو الخطأ من النوع الأول

(Type I Error) ، أو مخاطرة المنتج (Producer's Risk) ويرمز لها عادة بالحرف اللاتيني ألفا ( $\alpha$ ) . وفى النوع الثانى فإن الوجبة أو الشحنة تكون ذات جودة رديئة ، ولكن العينة التى تسحب عشوائياً منها تتضمن عدداً قليلاً من الوحدات التالفة (ضمن الحدود المسموحة) فتقبل الوجبة أو الشحنة خطأ ، وهذا هو الخطأ من النوع الثانى (Type II Error) ، أو ما يدعى بمخاطرة المستهلك (Consumer's Risk) ويرمز له بالحرف اللاتيني بيتا ( $\beta$ ) . إن هذين الخطأين يظلان محتملين ؛ لأنهما يرتبطان بأسلوب العينات وعملية سحب العينة عشوائياً (لضمان تمثيل العينة للوجبة أو الشحنة) والمهم أن تضمن خطة المعاينة ، وأن يأخذ من هذين الخطأين لا يكون أكبر من المستوى المختار المحدد (كما سنوضح ذلك لاحقاً) .

### ثانياً : خطط المعاينة (Sampling Plans)

إن خطة المعاينة تحدد حجم العينة (ن) ونسبة الوحدات التالفة المسموحة (ج) ، أى معيار القبول أو الرفض وفى التطبيقات الصناعية هناك ثلاثة أنواع أو مستويات من خطط المعاينة وهى :

أ - خطة المعاينة المنفردة (Single Sampling Plan) : فيها تسحب عينة عشوائية واحدة من الوجبة ، ومن ثم نفحص وحدات العينة ، فإذا كان عدد الوحدات التالفة فى العينة أكبر من عدد الوحدات التالفة المسموحة ترفض الوجبة . ويلاحظ أن (ج) تمثل معيار القبول أو الرفض ؛ لهذا يدعى عدد القبول (Acceptance Number) ، وهو يمثل عدد وحدات العينة المحدد فى خطة المعاينة التى يجب أن تطابق المواصفات إذا كانت الشحنة مقبولة . وأن القرار فى خطة المعاينة المنفردة يكون مبنياً على أساس نتائج العينة الواحدة .

ب - خطة المعاينة الثنائية (Double Sampling Plan) : هذه الخطة تسمح بأخذ عينة ثانية من الوجبة ؛ إذا كانت نتائج العينة الأولية غير حاسمة وتستدعى عينة ثانية . فمثلاً إذا كانت العينة الأولية بعد الفحص ذات جودة جيدة ، أى أن عدد الوحدات التالفة أقل من (ج١) ؛ فإن الوجبة تقبل دون حاجة إلى أخذ عينة ثانية . أما إذا كان عدد الوحدات التالفة فى العينة الأولية أكبر من (ج١) :

فتؤخذ عينة ثانية وتفحص ، وفي ضوء نتائج العينتين يتم اتخاذ القرار بقبول الوجبة أو رفضها : فإذا كان عدد الوحدات التالفة في العينتين أقل من عدد القبول التراكمي (ج=٢) تقبل الوجبة ، أما إذا كان أكبر من (ج=٢) فترفض الوجبة . إذن فإن خطة المعاينة الثنائية عملية ذات مرحلتين في الأولى تؤخذ العينة الأصغر لتنتج قرار القبول أو الرفض ، وفي حالة الرفض يتم اللجوء إلى عينة ثانية أكبر ، وبعد القياس فإن عدد القبول المتراكم يستخدم لاتخاذ قرار القبول أو الرفض . ولتوضيح عدد القبول التراكمي في المعاينة الثانية : نشير إلى أن العينة الأولية (ن١) التي تؤخذ في المرحلة الأولى تكون أصغر حجماً من العينة الثانية (ن٢) . ولنفرض أن معيار القبول (ج=١=٢) والعينة الثانية تكون أكبر من الأولى (ن٢ > ن١) ، ولنفرض أيضاً أن معيار القبول هو (ج=٢=٥) في هذه الحالة إذا كان عدد الوحدات التالفة في العينة الأولية هو اثنين أو أقل فإن الوجبة تقبل . وإذا كان عدد الوحدات التالفة أكبر من (٥) ، أي من عدد القبول التراكمي (ج=٢=٥) فإن الوجبة ترفض . أما إذا كان عدد الوحدات التالفة أكبر من (٢) وأصغر من (٥) : فإن العينة الثانية (ن٢) ، تؤخذ ، فإذا كان العدد الكلي من الوحدات التالفة في كلتا العينتين أقل من أو يساوي عدد القبول التراكمي (ج=٢=٥) : فإن الوجبة تقبل أما إذا كان أكبر من (٥) فإن الوجبة ترفض .

جـ - خطة المعاينة المتعددة (Multiple Sampling Plan) : تمثل توسيعاً لاحقاً للمعاينة الثنائية : وذلك بأخذ عدة عينات صغيرة من الوجبة ويكون عدد القبول التراكمي هو الأساس في قرار القبول أو الرفض ، وفي أي عينة من هذه العينات يكون عدد الوحدات التالفة أقل أو يساوي عدد القبول التراكمي تقبل الدفعة وفي حالة أكبر من عدد القبول تؤخذ عينات أخرى حتى الوصول إلى عدد العينات المحدد لترفض هذه الوجبة ، والواقع أن خطة المعاينة المتعددة تكون مرهقة في التصميم والتنفيذ والفهم : لهذا فإنها أقل استخداماً في التطبيقات الصناعية لتظل خطة المعاينة المنفردة هي الأكثر استخداماً .

إن اختيار خطة المعاينة يعتمد على اعتبارين أساسيين هما : حجم العينة (أكبر حجم فى المعاينة المنفردة) وعدد العينات (أكبر عدد فى المعاينة المتعددة) ، إلا أن الكلفة تظل محدداً أساسياً فى اختيار خطة المعاينة الملائمة . فعندما تكون كلفة العينة أو الحصول عليها عالية نسبياً : فإن خطة المعاينة المنفردة تكون بدرجة أكبر أما فى الحالات التى تكون فيها كلفة الفحص والتحليل عالية نسبياً : فيكون من الأفضل اعتماد المعاينة الثنائية أو المتعددة : لأن مجموع وحدات العينات يكون فى المتوسط أقل من عدد وحدات العينة المنفردة . مع ملاحظة أن خطة المعاينة المنفردة هى الأكثر استخداماً وعلى نطاق واسع فى الشركات الصناعية .

#### ١٤-١٠ - منحني خصائص التشغيل :

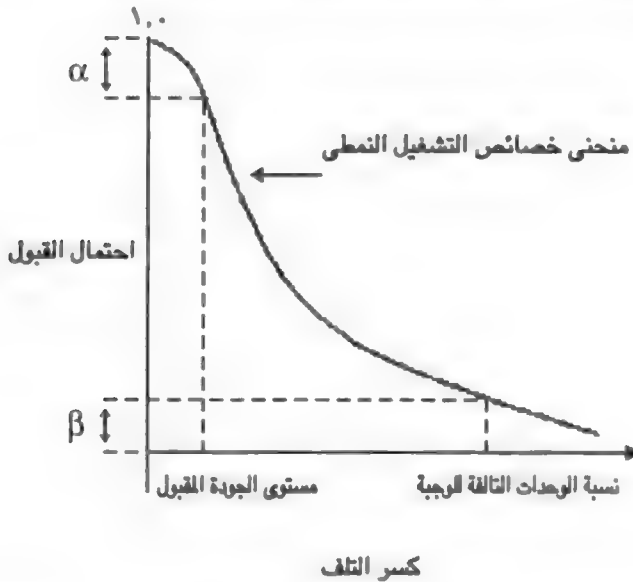
من الضروري فى خطة المعاينة معرفة كيف يمكن التمييز بين الوجبة ذات الجودة العالية والوجبة ذات الجودة الرديئة ، وهذا ما يمكن تمييزه من خلال منحني خصائص التشغيل (Operating Characteristic Curve) . ففى الوجبات الكبيرة فإن قرار القبول أو الرفض يتخذ بالاعتماد على معلمات خطة المعاينة المتمثلة بحجم العينة (ن) ونسبة الوحدات التالفة المسموحة أو عدد القبول (ج) ، وبتحديد (ن) و (ج) يتحدد منحني خصائص التشغيل الذى يمكن تعريفه بأنه أداة قياسية للتمييز بين الوجبات ذات الجودة العالية وذات الجودة الرديئة بالاعتماد على معلمات خطة المعاينة (ن) و (ج) ، فعند اختلاف (ن) أو (ج) أو كليهما : يختلف منحني خصائص التشغيل تبعاً لذلك .

وهناك أربعة مصطلحات تستخدم فى منحني خصائص التشغيل ، هى :

- مستوى الجودة المقبول (Acceptable Quality Level) أو الجودة العالية . ونرمز له بالحرف (و) .
- نسبة الوحدات التالفة المسموحة للوجبة (Lot Tolerance Percent Defective) . ونرمز لها بالحرف (ف) .
- مخاطرة المنتج أو ألفا ( $\alpha$ ) وهى احتمال رفض الوجبة رغم أنها ذات جودة عالية .
- مخاطرة المستهلك أو بيتا ( $\beta$ ) وهى احتمال قبول الوجبة رغم أنها ذات جودة رديئة .

إن الشكل رقم (١٤-٨) يتضمن منحني خصائص التشغيل النمطي . ويلاحظ من الشكل أن منحني خصائص التشغيل النمطي لخطوة المعاينة المنفردة يظهر احتمال ألفا ( $\alpha$ ) لرفض الوجبة ذات الجودة العالية (مخاطرة المنتج) واحتمال بيتا ( $\beta$ ) لقبول الوجبة ذات الجودة الرديئة (مخاطرة المستهلك) . ويلاحظ من الشكل أيضاً أن هناك علاقة عكسية بين كسر التلف (Fraction Defective) واحتمال القبول . فعندما يزداد كسر التلف نجد أن احتمال القبول ينخفض ، ومع ذلك فإن العلاقة ليست خطية فمثلاً إذا كان حجم العينة ( $n=100$  وحدة) وعدد القبول ( $j=3$ ) وكان كسر التلف ( $0.01$ ) ، فإن احتمال القبول يكون ( $0.981$ ) ، وإذا ازداد كسر التلف إلى ( $0.05$ ) فإن احتمال القبول ينخفض إلى ( $0.265$ ) ومن المهم ملاحظة أنه حتى لو كان احتمال القبول منخفضاً ؛ فمن الممكن أن تكون الوجبة مقبولة .

الشكل رقم (١٤-٨) : منحني خصائص التشغيل النمطي



هذا هو النوع الثانى من الخطأ أو مخاطرة المستهلك (وهى احتمال قبول الوجبة رغم أنها ذات جودة رديئة) . وبالعكس فإن الوجبة التى يكون فيها احتمال القبول كبيراً فمن الممكن أن تكون مرفوضة . وهذا هو النوع الأول من الخطأ أو مخاطرة المنتج (وهى احتمال رفض الوجبة رغم أنها ذات جودة عالية) ، وهذا كله يعنى أن خطة المعاينة لا توفر تمييزاً كاملاً بين الوجبات ذات الجودة العالية وذات الجودة الرديئة .

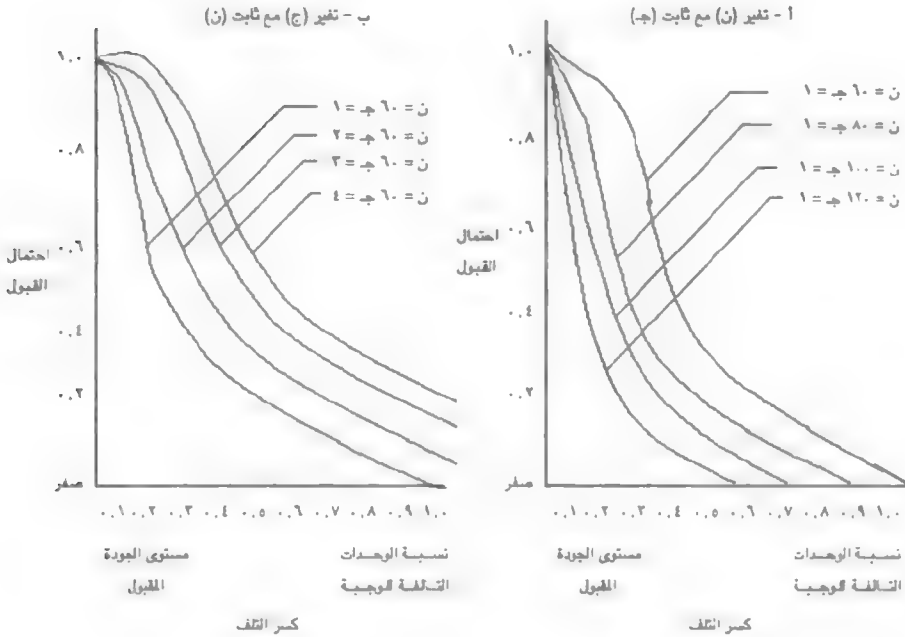
لاشك فى أن بالإمكان التخلص من مخاطرة المنتج ومخاطرة المستهلك ؛ وذلك باستخدام الفحص بالكامل (١٠٠٪) لوحداث الوجبة ، وبهذه الطريقة تستبعد جميع الوحدات التالفة . ومع ذلك قد تظل نسبة ضئيلة من الوحدات التالفة تمر بسبب الخطأ أو عدم انتباه القائم بالفحص . وإذا كان الفحص بالكامل يساهم فى تمييز الوجبات ذات الجودة العالية والجودة الرديئة ؛ فإنه يتطلب وقتاً طويلاً وكلفة عالية . إضافة إلى الاختبار التدميرى لبعض المنتجات ؛ لهذا يتم اللجوء إلى خطة المعاينة مع استخدام منحى خصائص التشغيل لتحسين التمييز بين الجودة العالية والجودة الرديئة . وتحدد عادة نسبة الوحدات التالفة بين (٢-٥٪) ، وهذا الرقم معروف كمستوى الجودة المقبول . ويسبب المعاينة العشوائية ؛ فإن المستهلك يدرك أن بعض الوجبات قد تتضمن فعلياً أكبر من هذه النسبة من الوحدات التالفة ، وتكون الوجبة مقبولة (مخاطرة المستهلك) وبالعكس بالنسبة لمخاطرة المنتج .

إن خطط المعاينة عادة ما تصمم على أن تكون مخاطرة المنتج (٥٪) ومخاطرة المستهلك (١٠٪) ، مع أن هناك تناسبات أخرى تستخدم مع الاستعانة بالجداول القياسية ومنحنى خصائص التشغيل بالاعتماد على حجم العينة (ن) وعدد القبول (ج) . وأن المديرين يستخدمون حجم العينة (ن) وعدد القبول (ج) فى التأثير فى احتمال قبول الوجبة أو رفضها ، ويمكن الإشارة فى هذا المجال إلى قاعدتين يمكن أن يستفيد منهما المديرين هما :

- ١ - إن زيادة حجم العينة (ن) مع بقاء عدد القبول (ج) ثابتاً ؛ تؤدي إلى زيادة مخاطرة المنتج ( $\alpha$ ) وانخفاض مخاطرة المستهلك ( $\beta$ ) . والشكل رقم (١٤-٩-١) يوضح هذه القاعدة .

٢ - إن زيادة عدد القبول (ج) مع ثبات حجم العينة (ن) : تؤدي إلى انخفاض مخاطرة المنتج وزيادة مخاطرة المستهلك . يوضح الشكل رقم (١٤-٩-ب) هذه القاعدة .

الشكل رقم (١٤-٩) : تأثير تغيرات (ن) و(ج)



## ١٤-١١ - إعداد منحني خصائص التشغيل :

إن اختيار مستوى الجودة المقبول (AQL) ، وبالتالي نسبة الوحدات التالفة للوجبة (LTPD) يعتمد على قرار الإدارة ، وفي ضوء ذلك القرار يتم تصميم خطة المعاينة المرغوبة . وفي خطة المعاينة المنفردة يكون توزيع المعاينة هو التوزيع ثنائي الحدين : لأن كل وحدة من وحدات العينة التي يتم فحصها هي إما جيدة (نجاح) أو رديئة (إخفاق) . وفي حالة كون العينة المأخوذة من الوجبة أكبر من (٢٠) وحدة ونسبة

الوحدات التالفة للوجبة أقل من (٥٪) ، يمكن استخدام توزيع بواسون كتقريب للتوزيع ثنائي الحدين . وفى مثل هذه الحالة يمكن تحقيق ميزة مهمة تتمثل فى إمكانية استخدام الجداول القياسية لاحتمالات بواسون التراكمية التى تستخدم فى حساب احتمال القبول ، وكذلك قيم ألفا ( $\alpha$ ) وبيتا ( $\beta$ ) فى الطريقة الجدولية ، أو باستخدام المخطط البياني لمنحنيات توزيع بواسون فى الطريقة البيانية . ويمكن استخدام كلتا الطريقتين فى إعداد منحنى خصائص التشغيل .

### أولاً : الطريقة الجدولية

فى هذه الطريقة يستخدم جدول قياسى لاحتمالات بواسون التراكمية كما فى الملحق (د) . فعند تحديد حجم العينة (ن) وعدد القبول (ج) ومستوى الجودة المقبول (و) ونسبة الوحدات التالفة للوجبة (ف) وكلاهما يقعان على محور كسر التلف (ح) - فبالإمكان تحديد قيمة (ن ح) التى نستخدمها لإيجاد احتمال القبول (ح ق) المناظر لقيمة (ج) فى الملحق (د) . ولاحتساب احتمال القبول يمكن اتباع الخطوات التالية :

- ١ - اضرب (ح) بحجم العينة (ن) فنحصل على (ح ن) .
- ٢ - أوجد قيمة (ن ح) فى العمود الأيسر من الملحق (د) .
- ٣ - تحرك إلى اليمين للوصول إلى العمود المناظر لعدد القبول (ج) .
- ٤ - سجل قيمة احتمال القبول (ح ق) .

ويوضح المثال (١٤-٢) استخدام هذه الطريقة :

### مثال (١٤-٢) :

تتلقى شركة الخليج التجارية شحنات من الحقائب ، مقدار كل شحنة (٨٠٠) حقيبة . وكانت الشركة تعتمد خطة المعاينة الآتية :

$$ن = ٥٠$$

$$ج = ٢$$

$$\text{مستوى الجودة المقبول (و)} = ٢ \dots \dots$$

$$\text{نسبة الوحدات التالفة للوجبة (ف)} = ٨ \dots \dots$$



المطلوب : إعداد منحنى خصائص التشغيل لهذه الخطة مع احتساب مخاطرة المنتج ومخاطرة المستهلك .

الحل : ١ - احتساب  $n = 50 \times 0.02 = 1.0$

٢ - تحديد احتمال القبول من الملحق (د) بإيجاد قيمة  $(1.0)$  في العمود

الأيسر والتحرك إلى اليسار إلى العمود الثالث ، وهو ما يناظر عدد

القبول (٢) : حيث نجد أن احتمال القبول (ح ق)  $(0.920)$  .

٣ - احتساب مخاطرة المنتج  $(\alpha)$

$$0.080 = 0.920 - 1 = (\alpha)$$

٤ - احتساب مخاطرة المستهلك  $(\beta)$  :

$$0.080 = 0.8 \times 50 =$$

إيجاد قيمة  $(n=4)$  من الملحق (د) : فنجد أن القيمة هي  $(0.092)$  إذن :

$$0.092 =$$

٥ - نقوم باحتساب القيم الباقية لمنحنى خصائص التشغيل . ويوضع الجدول

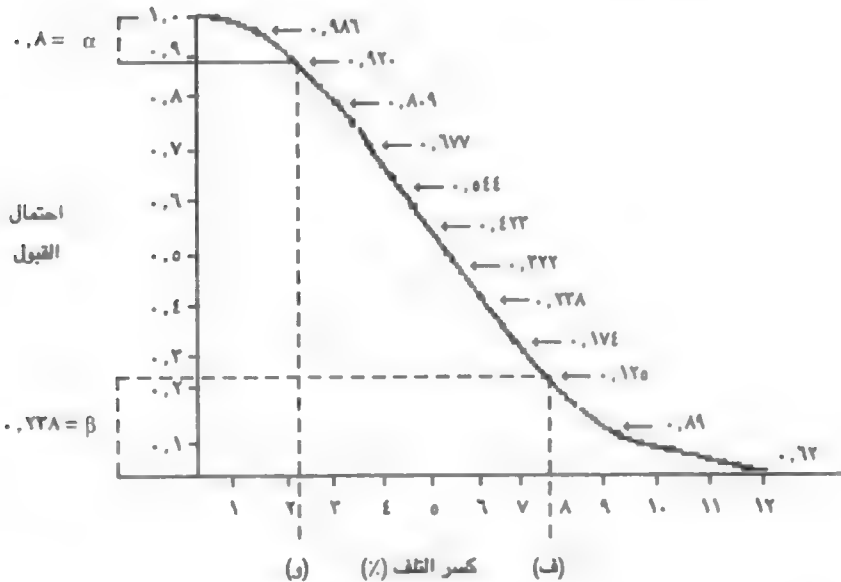
أدناه هذه القيم :

قيم منحنى خصائص التشغيل عندما  $(n=50)$  و  $(c=2)$  .

كسر التلك (ح)	ن ح	احتمال القبول (احتمال التلف $\geq 2$ )	
٠.١	٠.٥	٠.٩٨٦	
٠.٢	١.٠	٠.٩٢٠	← $0.08 = 0.920 - 1 = \alpha$
٠.٣	١.٥	٠.٨٠٩	
٠.٤	٢.٠	٠.٦٧٧	
٠.٥	٢.٥	٠.٥٤٤	← متوسط $= 0.570 + 0.518 / 2$
٠.٦	٣.٠	٠.٤٢٣	
٠.٧	٣.٥	٠.٣٢٢	← متوسط $= 0.340 + 0.303 / 2$
٠.٨ (ف)	٤.٠	٠.٢٣٨	$\beta = 0.228$
٠.٩	٤.٥	٠.١٧٤	← متوسط $= 0.180 + 0.163 / 2$
١.٠	٥.٠	٠.١٢٥	
١.١	٥.٥	٠.٠٨٩	← متوسط $= 0.090 + 0.082 / 2$
١.٢	٦.٠	٠.٠٩٢	

يلاحظ من الجدول السابق أن بعض قيم (ن ح) احتسبت كمتوسط كما هو الحال في قيم (ن ح) التي تساوى (٢,٥) و(٣,٥) و(٤,٥) و(٥,٥) ، وهذا يعود إلى أن جدول احتمالات بواسون التراكمية لا يتضمن هذه القيم ، فمثلاً القيمة (ن ح=٢,٥) لا توجد : لهذا أخذنا متوسط قيمتين (ن ح=٢,٤) و(ن ح=٢,٦) .

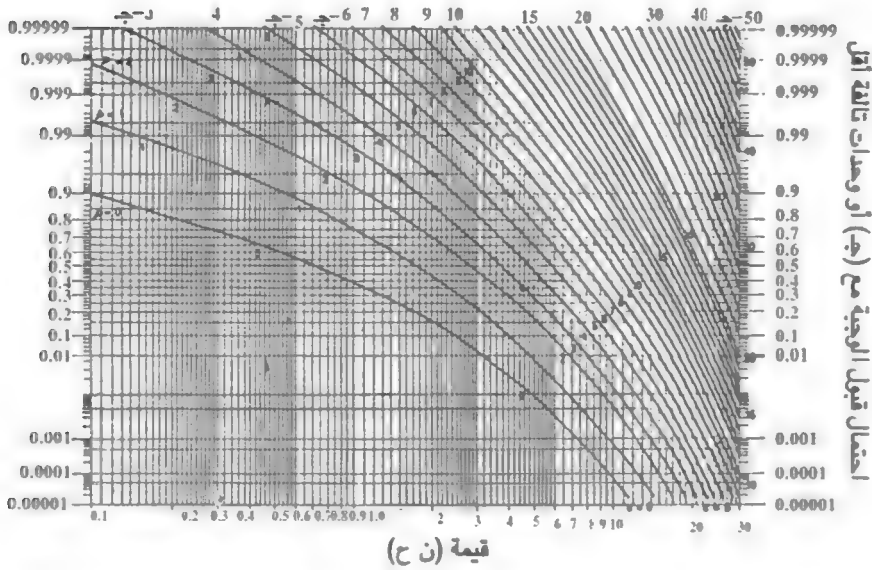
٦ - القيام برسم منحنى خصائص التشغيل لخطة المعاينة المنفردة ذات (ن=٥٠) و (ج=٢) . يلاحظ من الشكل أن مخاطرة المنتج (٠,٠٨) ومخاطرة المستهلك (٠,٢٣٨) وكلتاهما أعلى من القيم المقبولة عادة في مثل هذه الخطط وهي (٠,٠٠٥) لمخاطرة المنتج و(٠,١٠) لمخاطرة المستهلك .



### ثانياً : طريقة المخطط البياني لمنحنيات توزيع بواسون

فى هذه الطريقة يستخدم المخطط البياني لمنحنيات توزيع بواسون (الشكل رقم ١٤-١٠) لاحتساب احتمال القبول ، ومن ثم مخاطرة المنتج ( $\alpha$ ) ومخاطرة المستهلك ( $\beta$ ) وإعداد منحنى خصائص التشغيل .

الشكل رقم (١٤-١٠) : المنحنيات الاحتمالية لتوزيع بواسون



ولإعداد منحنى خصائص التشغيل ومخاطرة المنتج ( $\alpha$ ) ومخاطرة المستهلك ( $\beta$ ) من هذه البيانات نقوم بالخطوات الآتية :

١ - اضرب (ح) بحجم العينة (ن) فنحصل على (ن ح) :

$$ن ح = ٥٠ \times ٠.٠٢ = ١٠$$

٢ - أوجد قيمة (ن ح=١٠) عند قاعدة المخطط التى تمثل قيم (ن ح) : وتحرك من هذه القيمة إلى الأعلى بخط مستقيم : حتى يتم الوصول إلى منحنى عدد القبول (ج=٢) . وفى مثالنا يمثل هذا المنحنى المنحنى الثالث من الأسفل .

٣ - تحرك من منحنى عدد القبول (ج=٢) أفقياً لتحديد احتمال القبول ، حيث يلاحظ أن احتمال القبول هو ٠,٩٢ .

٤ - احسب مخاطرة المنتج ( $\alpha$ )

$$\alpha = 1 - 0.92 = 0.08$$

وبنفس الخطوات نحسب مخاطرة المستهلك . والمثال (١٤-٣) يوضح استخدام هذه الطريقة بشكل أوسع .

### المثال (١٤-٣) :

الشركة العربية لصناعة الأدوية تسعى لإعداد منحنى خصائص التشغيل لخطة المعاينة المنفردة ، حيث حجم العينة  $n=25$  وعدد القبول  $c=3$  .

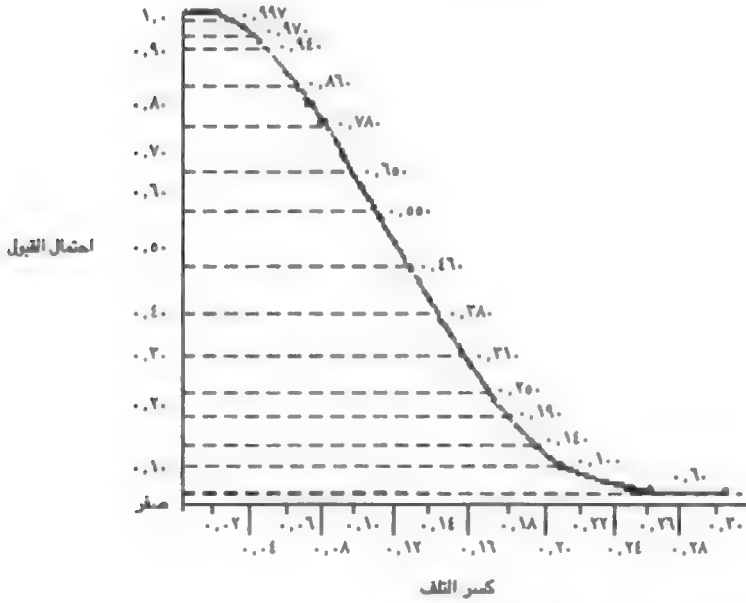
المطلوب : احتساب احتمال القبول (ح ق) عندما تكون قيم كسر التلف (ح) = (٠,٠٠٢) ، (٠,٠٠٤ إلى ٠,٣٠) وإعداد منحنى خصائص التشغيل لخطة المعاينة المنفردة .

الحل : باستخدام المخطط في الشكل رقم (١٤-١٠) يمكن التوصل إلى بيانات الجدول الآتي باستخدام نفس الخطوات التي سبق توضيحها .

ح	ن	ح	ح
٠,١٨	٢٥	٤,٥٠	٠,٣٨٠
٠,٢٠	٢٥	٥,٠٠	٠,٣١٠
٠,٢٢	٢٥	٥,٥٠	٠,٢٥٠
٠,٢٤	٢٥	٦,٠٠	٠,١٩٠
٠,٢٦	٢٥	٦,٥٠	٠,١٤٠
٠,٢٨	٢٥	٧,٠٠	٠,١٠٠
٠,٣٠	٢٥	٧,٥٠	٠,٠٦٠
-	-	-	-

ح	ن	ح	ح ق
٠,٠٢	٢٥	٠,٥٠	٠,٩٩٧
٠,٠٤	٢٥	١,٠٠	٠,٩٧٠
٠,٠٦	٢٥	١,٥٠	٠,٩٤٠
٠,٠٨	٢٥	٢,٠٠	٠,٨٦٠
٠,١٠	٢٥	٢,٥٠	٠,٧٨٠
٠,١٢	٢٥	٣,٠٠	٠,٦٥٠
٠,١٤	٢٥	٣,٥٠	٠,٥٥٠
٠,١٦	٢٥	٤,٠٠	٠,٤٦٠

وفى ضوء بيانات الجدول يمكن رسم منحنى الخصائص العملية لخطوة المعاينة التى فيها حجم العينة  $n=25$  ، وعدد القبول  $c=3$  وكما مبين فى الشكل أدناه .



### ١٤-١٢ - الرقابة على العملية :

فى الرقابة على المدخلات والمخرجات تستخدم معاينة القبول التى سبق عرضها . وفى الرقابة على العمليات الصناعية يتم الاعتماد على الرقابة أو الرقابة على العملية . وتمكن الرقابة على العملية من التأكد من أن المخرجات المستقبلية مقبولة ، ويتم هذا بأخذ عينات دورية من مخرجات العملية من أجل تقييمها . وأن الأداة الأساسية فى عمليات التقييم هى مخططات الرقابة ؛ فإذا كانت المخرجات مقبولة يسمح للعملية بالاستمرار . أما إذا كانت المخرجات غير مقبولة ؛ فإن هذا يعنى أن العملية خارج الرقابة ؛ مما يتطلب القيام بالنشاط التصحيحي .

إن المراحل الأساسية في عملية الرقابة على العملية هي :

- ١- تحديد ما سيكون خاضعاً للرقابة على الجودة سواء كخصائص كالوزن ، الطول أو عدد التوالف .
  - ٢ - القيام بالقياس حيث الخصائص يجب أن تكون قابلة للقياس والتوالف قابلة للعد والإحصاء .
  - ٣ - وضع المعيار القياسى الذى على أساسه يتم قبول ما هو ضمن الحدود المسموحة ، أى ما هو تحت الرقابة ورفض ما هو خارج الحدود المسموحة للمعيار أو خارج الرقابة .
  - ٤ - التقييم وذلك بأخذ عينة من وجبة الإنتاج ومقارنة خصائصها الفعلية أو عدد التوالف فيها مع المعيار القياسى .
  - ٥ - القيام بالنشاط التصحيحي فعندما تكون نتيجة التقييم هي وجود انحراف خارج الحدود المسموحة ؛ يكون ضرورياً معرفة الأسباب المؤدية لذلك واتخاذ إجراءات المعالجة للأسباب وإعادة العملية لتكون تحت الرقابة .
  - ٦ - تقييم النشاط التصحيحي ؛ وذلك للتأكد من أن العملية مستمرة تحت الرقابة .
- ولابد من التأكيد على أن هناك قدرأ من الانحراف أو التغير لايمكن تجنبه ، ويكون متلازماً فى العمليات ؛ لهذا يعتبر هذا التغير عشوائياً ويكون مسموحاً فى مخططات الرقابة مادام ضمن الحد الأعلى والحد الأدنى لهذه المخططات ؛ وتوضيح ذلك من الضرورى التمييز بين نوعين من التغيرات هما :
- النوع الأول : التغيرات المتلازمة للعملية وهى انحرافات عشوائية لايمكن تجنبها وتحدث بفعل عوامل صغيرة غير قابلة للتمديد ، وبالتالي من غير الممكن خفضها بشكل اقتصادى ؛ لهذا يتم قبولها كنتيجة للتغير العشوائى أو الصدفي ، وفى الرقابة على الجودة فإن العملية التى تظهر انحرافاً عشوائياً تكون إحصائياً تحت الرقابة .
- النوع الثانى : التغيرات غير العشوائية وهى الانحرافات القابلة للتحديد والتى تحدث لأسباب يمكن تجنبها مثل : حالة عدم استعمال الأدوات ، المعدات

بحاجة إلى تعديل ، المواد التالفة ، التعب والملل ونقص المهارة كعوامل إنسانية . وفى الرقابة على الجودة فإن العملية التى تظهر انحرافاً غير عشوائى تكون إحصائياً خارج الرقابة .

### ١٤-١٣ - مخططات الرقابة :

إن هدف الرقابة على العملية هو التمييز بين النوعين من الانحرافات العشوائية وغير العشوائية ، وإن الأداة المستخدمة فى ذلك هى مخططات الرقابة . ويمكن تعريف مخططات الرقابة ، بأنها أدوات بيانية تستخدم لتمييز التغيرات العشوائية وغير العشوائية فى مخرجات العملية . والمخططات من حيث الشكل متشابهة : حيث تتكون من خط المركز ، وهو يمثل متوسط العملية وخطين الأول هو الخط الأعلى الذى يمثل حد الرقابة الأعلى ، والخط الأسفل الذى يمثل حد الرقابة الأدنى ، وهذان الحدان يمثلان مدى التغير فى خصائص المنتج عندما تكون العملية الصناعية تحت الرقابة ، وعندما يكون التغير فى هذه الخصائص خارج هذا المدى : فإن العملية الصناعية تكون أيضاً خارج الرقابة . إن الخصائص التى يتم تقييمها للتأكد من الرقابة على العملية بواسطة مخططات الرقابة تصنف إلى نوعين أساسيين هما : الأول : المتغيرات التى يمكن أن تظهر بدرجات مختلفة مثل الطول والوزن والسلك . وهذه يمكن قياسها أو تقريبها باستخدام التوزيع الطبيعى . والثانى : الخصائص التمييزية التى يكون تقييمها بأسلوب العد والإحصاء بصيغة تالف / غير تالف أو مقبول / غير مقبول ، مثلاً عند فحص المصابيح والبطاريات الجافة والمضخات الكهربائية . وهذه يتم تقييمها عن طريق العد للوحدات التالفة (إخفاق) وغير تالفة (نجاح) : لهذا يكون توزيعها توزيعاً ثنائى الحدين . وهناك أربعة مخططات للرقابة هى الأكثر استخداماً وشيوعاً : اثنان منها يتعلقان بالرقابة على المتغيرات . واثنان للرقابة على الخصائص التمييزية .

## ١٤-١٤ - مخططات الرقابة على المتغيرات :

عندما يكون حجم المخرجات كبيراً ؛ فمن الطبيعي أن نلجأ إلى أخذ عينات منها ؛ من أجل التأكد من كون العملية الصناعية تحت الرقابة . ولابد من مراعاة شروط أساسية فى اختيار وتحديد العينة ، ومنها شرط العشوائية الذى يعنى أن كل وحدة من مخرجات العملية تكون لها فرصة متساوية فى الاختيار ضمن العينة بغض النظر عن ظهور الوحدة أو موقعها . إن أية عينة من مخرجات العملية لها متوسط وانحراف معيارى ومدى . وهذه المقاييس الثلاثة يمكن استخدامها فى مخطط الرقابة لأى متغير كالطول والوزن وغيرها . ونعرض فيما يأتى لمخططات الرقابة على المتغيرات :

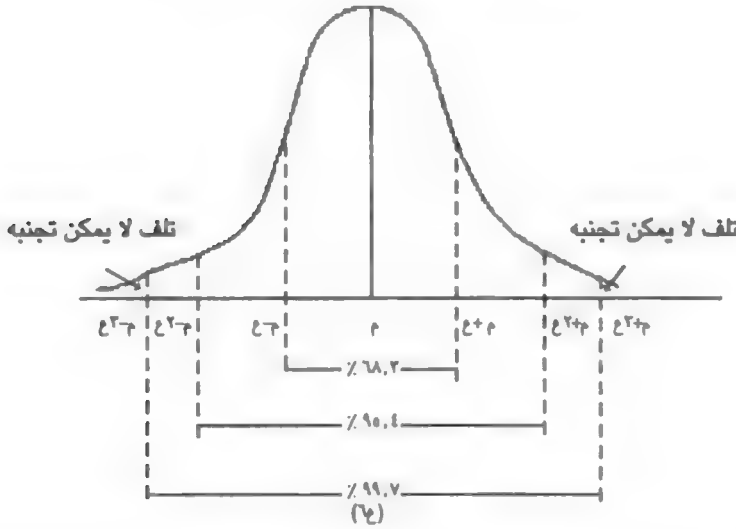
### أولا : مخطط الرقابة للمتوسطات

إن مخطط الرقابة للمتوسطات (Control Chart for Means) ويدعى أيضاً مخطط (س) (X-Chart) ، يستخدم من أجل التأكد من أن متوسطات العينات المأخوذة من مخرجات العملية تقع ضمن الحدود المسموحة ، أى ضمن حدود الرقابة . ومن أجل التنبؤ بأداء العملية من خلال تفسير مخطط الرقابة للمتوسط نستخدم نظرية الحد المركزى التى تنص على أن توزيع متوسطات العينات المأخوذة من العملية سيكون طبيعياً (إذا كان التوزيع بالأصل طبيعياً) ، أو سيكون تقريباً طبيعياً (إذا لم يكن التوزيع طبيعياً) . وباستخدام التوزيع الطبيعى القياسى يمكن عمل التنبؤات حول الرقابة أو الرقابة على العملية ، حيث يمكن تحديد الحدود التى يمكن لبعض الخصائص أن تتغير ضمنها .

ويوضح الشكل رقم (١٤-١١) أن التوزيع الطبيعى يأخذ شكلاً نظامياً يشبه الناقوس أو الجرس ، له قمة واحدة ويمتد طرفاه إلى ما لانهاية بمحاذاة المحور الأفقى . ويلاحظ أن هناك أمداء معينة للتوزيع الطبيعى تحدد نسب القيم التى تقع ضمنها . فإذا أخذنا المتوسط (م)  $\pm$  انحرافاً معيارياً واحداً (ع) : فإن حدود الرقابة تكون بنسبة (٦٨.٣٪) ، أى أن احتمال أن تكون العملية تحت الرقابة هو (٦٨.٣٪) وخارج الرقابة (٣١.٧٪) ، وتتزايد حدود الرقابة حتى تصل إلى (٩٩.٧٪) عند المتوسط ( $\pm ٢ع$ ) انحرافات معيارية . وهذا يعنى أن احتمال أن تكون العملية خارج الرقابة هو (٠.٣٪) .



الشكل رقم (١٤-١١) : التوزيع الطبيعي



إن مخطط (س) يمكن إعداده باستخدام الطريقة الجدولية (Tabular Method) : حيث تؤدي هذه الطريقة إلى تبسيط عملية إعداد المخطط وتقليص العمليات الحسابية . فعندما تكون بيانات العملية موزعة توزيعاً طبيعياً فمن الممكن استخدام جدول قياسي بدلاً من المعادلات الخاصة بحساب الانحراف المعياري والخطأ المعياري .

إن الطريقة الجدولية تستخدم مدى العينات (المدى هو الفرق الحسابي بين أعلى قيمة وأدنى قيمة في العينة) لقياس قابلية التغير في العملية . وفي هذه الطريقة لابد من احتساب متوسط أمداء العينات (ي) (مجموع أمداء العينات مقسوماً على عدد العينات) مع الاستعانة بالقيم الجدولية للعامل (أ ٢) الذي تتغير قيمته حسب عدد وحدات العينة كما يتضح ذلك في الجدول رقم (١٤-١٢) . ويمكن احتساب الحد الأعلى والحد الأدنى لمخطط الرقابة وفق هذه الطريقة باستخدام المعادلتين الآتيتين :

حد الرقابة الأعلى للمتوسطات =  $\bar{y} + A_2 \bar{s}$  (ي) ..... (١٤-١)

حد الرقابة الأدنى للمتوسطات =  $\bar{y} - A_2 \bar{s}$  (ي) ..... (١٤-٢)

حيث إن  $\bar{s}$  = متوسط متوسطات العينات .

الجدول رقم (١٤-١٢) : عوامل مخططات الرقابة للمتوسط والمدى

العوامل لمخطط المدى (ى)		قيمة أ ٢ لمخطط الوسط	حجم العينة ن
د ٢ لحد الرقابة الأدنى	د ٢ لحد الرقابة الأعلى		
٣,٢٧	صفر	١,٨٨	٢
٢,٥٧	صفر	١,٠٢	٣
٢,٢٨	صفر	٠,٧٣	٤
٢,١١	صفر	٠,٥٨	٥
٢,٠٠	صفر	٠,٤٨	٦
١,٩٢	٠,٠١	٠,٤٢	٧
١,٨٦	٠,١٤	٠,٣٧	٨
١,٨٢	٠,١٨	٠,٣٤	٩
١,٧٨	٠,٢٢	٠,٣١	١٠
١,٧٤	٠,٢٦	٠,٢٩	١١
١,٧٢	٠,٢٨	٠,٢٧	١٢
١,٦٩	٠,٣١	٠,٢٥	١٣
١,٦٧	٠,٣٣	٠,٢٤	١٤
١,٦٥	٠,٣٥	٠,٢٢	١٥
١,٦٤	٠,٣٦	٠,٢١	١٦
١,٦٢	٠,٣٨	٠,٢٣	١٧
١,٦١	٠,٣٩	٠,١٩	١٨
١,٦٠	٠,٤٠	٠,١٩	١٩
١,٥٩	٠,٤١	٠,١٨	٢٠

## مثال (١٤-٤) :

لقد توفرت البيانات الآتية عن أوزان أحد المنتجات في (١٢) عينة مأخوذة من مخرجات عملية التعبئة لمادة كيميائية . وكانت كل عينة مكونة من (٥) منتجات من مخرجات العملية وكانت إدارة العمليات تستخدم مستوى الثقة (٩٩,٧٪) .

العينات	أوزان الوحدات (غم)				
	١	٢	٣	٤	٥
١	٢٧,١	٢٧,٨	٢٧,٦	٢٧,١	٢٨,٤
٢	٢٨,٥	٢٨,٤	٢٧,١	٢٨,٣	٢٨,٥
٣	٢٨,٨	٢٧,٩	٢٨,١	٢٦,٥	٢٨,٢
٤	٢٨,٣	٢٧,٣	٢٧,٦	٢٧,٣	٢٧,٣
٥	٢٨,٠	٢٨,٤	٢٧,١	٢٧,٩	٢٧,٦
٦	٢٨,٤	٢٧,٣	٢٨,٢	٢٨,٣	٢٨,٢
٧	٢٧,٨	٢٨,٢	٢٧,١	٢٨,٤	٢٧,٨
٨	٢٧,١	٢٧,٢	٢٨,٣	٢٧,٤	٢٧,٣
٩	٢٧,٧	٢٧,٦	٢٨,٥	٢٧,٨	٢٧,١
١٠	٢٧,٣	٢٧,٤	٢٧,٣	٢٧,٥	٢٧,٤
١١	٢٨,٣	٢٧,٢	٢٨,٤	٢٨,٣	٢٨,٥
١٢	٢٨,٦	٢٧,١	٢٧,٩	٢٧,٩	٢٧,٦

المطلوب : ١ - احتساب حدى مخطط الرقابة للمتوسطات .

٢ - الرسم البياني لمخطط الرقابة للمتوسطات وتوزيع متوسطات العينات عليه .

الحل : ١ - احتساب أمداء العينات كما فى الجدول أدناه . فمثلاً إن مدى العينة (١) بحسب كفرق بين أعلى قيمة فى تلك العينة (٢٨.٤) وأدنى قيمة (٢٧.١) .

العينات	أوزان الوحدات (غم)					متوسط العينة (س)	مدى العينة (ى)
	١	٢	٣	٤	٥		
١	٢٧.١	٢٧.٨	٢٧.٦	٢٧.١	٢٨.٤	٢٧.٦٠	١.٣
٢	٢٨.٥	٢٨.٤	٢٧.١	٢٨.٣	٢٨.٥	٢٨.١٦	١.٤
٣	٢٨.٨	٢٧.٩	٢٨.١	٢٦.٥	٢٨.٢	٢٧.٩٠	٢.٣
٤	٢٨.٣	٢٧.٣	٢٧.٦	٢٧.٣	٢٧.٣	٢٧.٥٦	١.٠
٥	٢٨.٠	٢٨.٤	٢٧.١	٢٧.٩	٢٧.٦	٢٧.٨٠	١.٣
٦	٢٨.٤	٢٧.٣	٢٨.٢	٢٨.٥	٢٨.٢	٢٨.١٨	١.٢
٧	٢٧.٨	٢٨.٢	٢٧.١	٢٨.٤	٢٧.٨	٢٧.٨٦	١.٣
٨	٢٧.١	٢٧.٢	٢٨.٣	٢٧.٤	٢٧.٣	٢٧.٤٦	١.٢
٩	٢٧.٧	٢٧.٦	٢٨.٥	٢٧.٨	٢٧.١	٢٧.٧٤	١.٤
١٠	٢٧.٣	٢٧.٤	٢٧.٣	٢٧.٥	٢٧.٤	٢٧.٣٨	٠.٢
١١	٢٨.٣	٢٧.٢	٢٨.٤	٢٨.٣	٢٨.٥	٢٨.١٤	١.٣
١٢	٢٨.٦	٢٧.١	٢٧.٩	٢٧.٩	٢٧.٦	٢٧.٨٢	١.٥
المجموع						٣٣٣.٦	١٥.٤

٢ - احتساب متوسط أمداء العينات (ى) :

$$ى = \frac{١٥.٤}{١٢} = ١.٢٨$$

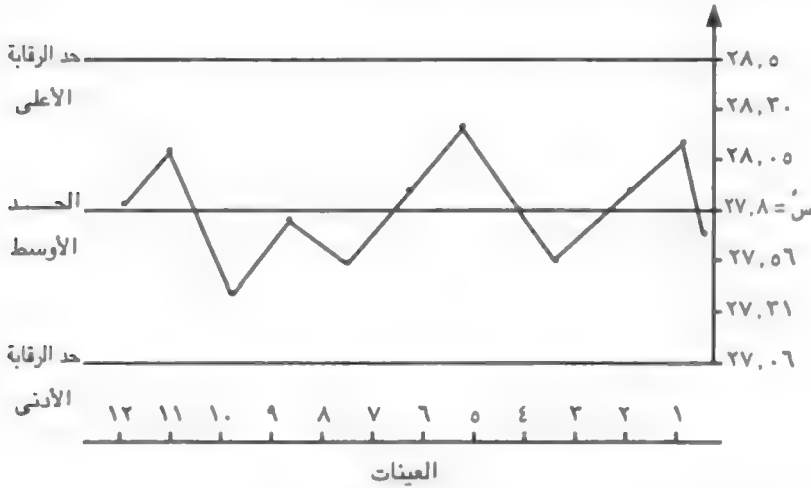
$$3 - \text{احتساب (س)} = \frac{\text{مجموع س}}{\text{عدد العينات}} = \frac{222,6}{12} = 27,8$$

٤ - تحديد حدى مخطط الرقابة :

$$\text{حد الرقابة الأعلى} = 27,8 + (0,58 \times 1,28) = 28,54 \text{ غم .}$$

$$\text{حد الرقابة الأدنى} = 27,8 - (0,58 \times 1,28) = 27,06 \text{ غم .}$$

٥ - الرسم البياني لمخطط الرقابة للمتوسطات



يلاحظ أن العملية هي ضمن الرقابة وأن توزيع المتوسطات طبيعي .

### ثانيا : مخطط الرقابة للمدى

إن مخطط الرقابة للمدى (Range Control Chart) يستخدم مثل مخطط الرقابة للمتوسطات لتدقيق التغير في العملية ، فإذا كان مخطط المتوسطات يعكس النزعة المركزية للعملية والتحول في المتوسط إلى ما فوق الحد الأعلى أو إلى ما دون الحد الأدنى لمخطط الرقابة ؛ فإن مخطط الرقابة للمدى يعكس تشتت العملية والتغير الحاصل في هذا

التشتت . ويتم التوصل لحدى الرقابة لمخططات المدى باستخدام متوسط مدى العينة (ى) والقيم الجدولية للعاملين (د٣) و (د٤) التى تظهر فى الجدول رقم (١٤-١٢) وفق المعادلتين الآتيتين :

$$\begin{aligned} \text{حد الرقابة الأعلى (للمدى)} &= \text{د } ٤ \text{ (ى)} \dots\dots\dots (١٤-٣) \\ \text{حد الرقابة الأدنى (للمدى)} &= \text{د } ٣ \text{ (ى)} \dots\dots\dots (١٤-٤) \end{aligned}$$

مثال (١٤-٥) :

استخدم بيانات المثال السابق (١٤-٤) لاحتساب حدى الرقابة لمخطط المدى وارسم ذلك بيانياً .

الحل : متوسط المدى (ى) = ١,٢٨ .

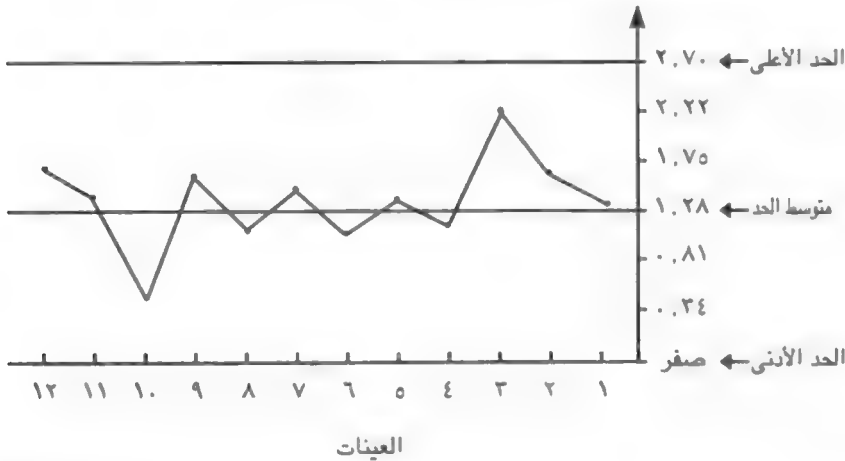
ومن الجدول (١٤-١٢) وعند ن = ٥ نجد أن :

$$\text{د } ٤ = ٢,١١$$

$$\text{د } ٣ = \text{صفر}$$

$$\text{حد الرقابة الأعلى للمدى} = ٢,١١ (١,٢٨) = ٢,٧٠$$

$$\text{حد الرقابة الأدنى للمدى} = \text{صفر} (١,٢٨) = \text{صفر}$$



### ثالثاً : استخدام مخططات المتوسط والمدى

إن مخططات الرقابة للمتوسط والمدى يقدمان تقييماً مختلفة ولكنها متكاملة عن العملية . ونعرض فيما يأتى لحالتين تكشفان كيف أن مخططي الرقابة للمتوسط والمدى يتكاملان في تحقيق الرقابة على العملية .

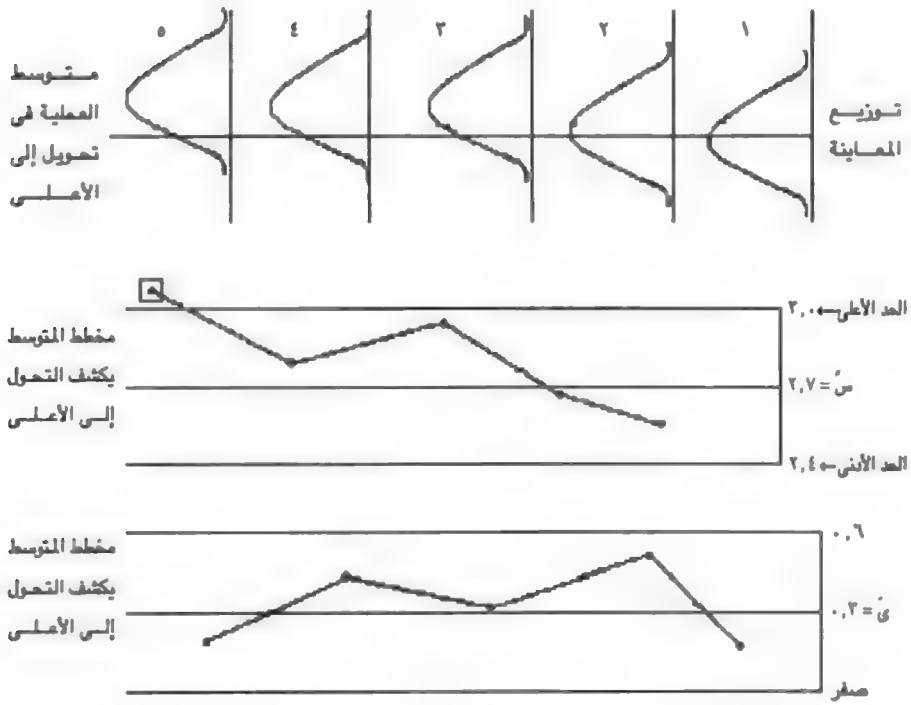
**الحالة الأولى :** عند تحول المتوسط دون تغير في التشتت .

لنفرض أن حدود الرقابة للمتوسط هي : الحد الأعلى = ٣.٠٠ سم ، س = ٢.٧ ،  
الحد الأدنى = ٢.٤ سم ، وحدود الرقابة للمدى هي : الحد الأعلى = ٠.٦ ، ى = ٠.٣ ،  
الحد الأدنى = صفر . وقد توفرت البيانات الآتية :

العينات	١	٢	٣	٤	٥
المتوسط	٢.٥	٢.٦	٢.٩	٢.٨	٣.٠١
المدى	٠.٢	٠.٥	٠.٣	٠.٤	٠.٢

يلاحظ من توزيع المعاينة في الجدول أن قيم المتوسط في تزايد ؛ مما يكشف عن تحول متوسط العملية إلى الأعلى . كما أن مخطط الرقابة لمتوسط العينات عليه يكشف ذلك ؛ مما يستدعى البحث والدراسة للكشف عن أسباب الأداء غير الجيد للعملية ، بينما مخطط الرقابة للمدى لا يكشف عن هذا التحول . ويوضح الشكل رقم (١٤-١٣) هذه الحالة .

الشكل رقم (١٤-١٣) : تحول المتوسط ومخططا المتوسط والمدى



الحالة الثانية : التغير في تشتت العملية دون تغير المتوسط .

لنفرض أن حدود الرقابة للمتوسط والمدى هي نفسها في الحالة الأولى ، وقد توفرت

البيانات الآتية :

العينات	١	٢	٣	٤	٥
المتوسط	٢,٥	٢,٦	٢,٨	٢,٩	٢,٦
المدى	٠,٢	٠,٥	٠,٤	٠,٦	٠,٨

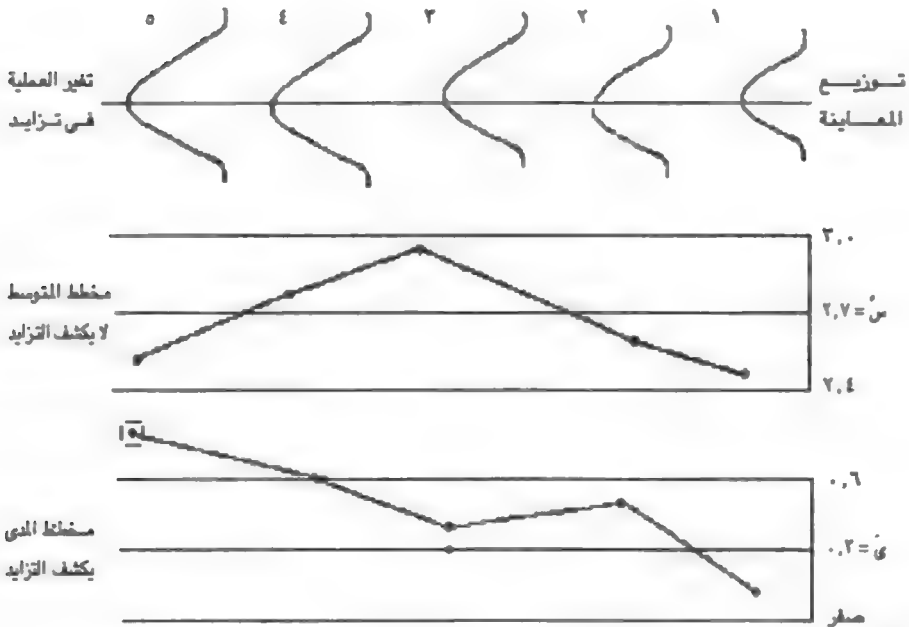


ومن هذه الحالة نجد أن توزيع المعاينة والبيانات المستمرة يكشفان أن متوسطات العينات تتوزع توزيعاً طبيعياً .

ويوضح الشكل رقم (١٤-١٤) أن مخطط الرقابة للمتوسط لم يكشف التغير أو التزايد في تشتت العملية ، ولكن مخطط الرقابة للمدى كشف عن هذا التغير ؛ لهذا يكون استخدام كلا المخططين ضرورياً لتقديم بيانات كاملة وضمان الرقابة على العملية .

ولابد من الإشارة إلى أن مخططات الرقابة بشكل عام لا تمثل فقط وسيلة لقياس الرقابة على العملية ، وإنما هي أيضاً تساعد على تحديد متى تكون العملية بحاجة إلى تعديل . ولتوضيح ذلك نشير إلى أن مخطط الرقابة للمتوسط يكون عرضة لحالات عديدة تستلزم الدراسة والتحقق من أسبابها .

الشكل رقم (١٤-١٤) : التشتت في العملية ومخططا المتوسط والمدى



وقد قدم (هانسين B.L.Hansen) حالات عديدة تستوجب الدراسة والتحقق رغم أن أغلب هذه الحالات لم تخرج متوسطات عيناتها عن الحدين الأعلى والأدنى للرقابة ؛ مما يعنى أن الخروج عن الرقابة يأخذ مظاهر عدة أحدها الخروج عن حدى الرقابة .

والشكل رقم (١٤-١٥) يوضح هذه الحالات التى هى خارج الرقابة ، أو تميل لأن تكون كذلك . إن دراسة هذه الحالات يمكن أن تؤدى إلى إيجاد الأسباب القابلة للتحديد من أجل معالجتها ، وقد تكشف فى بعض الحالات عن تحويل المتوسط ؛ مما يتطلب إعادة احتساب المتوسط وحدى الرقابة الأعلى والأدنى . مع التأكيد على أن هناك حالات عديدة أخرى يمكن أن تكون ذات دلالة فى الكشف عن إمكانية حدوث التغير ؛ مما يستوجب الدراسة ، كما أن هذه الحالات تكشف البعد التوقعى فى دراسة ما يمكن أن يكون ميلاً ممكناً نحو التغير .

الشكل رقم (١٤-١٥) : حالات مخطط الرقابة للمتوسط



التغير الفطرى فى المستوى : التحقق من السبب

الوقت      الوقت      الوقت

## ١٤-١٥ - مخططات الرقابة على الخصائص التمييزية :

إن الخصائص التمييزية في خطة لمعاينة يمكن التعبير عنها كتوزيع لنسبة المرات التي تكون الوحدات فيها مقبولة أو مرفوضة . وتستخدم مخططات الرقابة على الخصائص التمييزية في حالة الخصائص التمييزية التي تكون معدودة أكثر من أن تكون مقاسة . والخصائص التمييزية مثل : عدد المصابيح التالفة ، وعدد الزجاجات المكسورة ، وفي الخدمات عدد الكشوفات المالية غير الصحيحة في المصارف ، غياب الطالب في التعليم ، وهذه كلها تخضع للعد والحساب . وهذه الخصائص تتم الرقابة عليها باستخدام مخططات الرقابة على الخصائص التمييزية ، في حين أن طول الأنابيب يجب أن يقاس ، وتتم الرقابة عليها باستخدام مخططات الرقابة على المتغيرات .

وهناك عدة مخططات للرقابة على الخصائص التمييزية كمخطط نسبة الوحدات التالفة أو كسر الوحدات التالفة ويدعى مخطط - ح (P-Chart) ، ومخطط - ح ن (Pn-Chart) ومخطط عدد التوالف ويدعى مخطط - ج (C-Chart) ، ولغرض التمييز بين هذه المخططات ؛ نشير إلى أن كل واحد منها يستخدم في حالة معينة ؛ فمخطط - ح (P-Chart) يكون ملائماً للاستخدام عندما تكون الوحدات التالفة (المرفوضة) وغير التالفة (المقبولة) قابلة للعد ومعلومة ، مثال ذلك المصابيح التالفة والصالحة في عينة المصابيح . وعندما يكون حجم العينات من المصابيح متساوياً في كل مرة نستخدم (مخطط - ح) ، أما إذا كان حجم العينات من الوحدات التالفة كما في ظهور الفيروس في المصابين والبكتيريا في عينات ماء النهر ، دون أن يكون بالإمكان احتساب حالات عدم الظهور (عدم ظهور الفيروس في بقية السكان ، وبقية مياه النهر) - فيكون ملائماً استخدام مخطط عدد التوالف (مخطط - ج) . ونعرض فيما يأتي لمخططي نسبة الوحدات التالفة (مخطط - ح) وعدد التوالف (مخطط - ج) .

### أولاً : مخطط نسبة الوحدات التالفة

إن مخطط نسبة الوحدات التالفة، ويدعى أيضاً (مخطط - ح) (P-Chart) يستخدم في الرقابة على نسبة الوحدات التالفة الناتجة عن العملية ، وإن التوزيع الاحتمالي لهذا

النوع من المتغيرات هو التوزيع ثنائى الحدين الذى متوسطه (ح) وانحرافه المعيارى (ع) (ح) ويحسب بالصيغة الآتية :

$$\sigma_c = \frac{\sqrt{c(1-c)}}{n} \quad (14-5)$$

حيث ح = متوسط كسر الوحدات التالفة (Average Fraction Defective) فى الوجبة عندما يكون معلوماً ، ويستخدم تقدير هذا المتوسط (ح) بدلاً عنه إذا كان غير معلوم .

إن مخطط (ح) يوضح ويستخدم بطريقة تشبه مخطط الرقابة للمتوسطات : حيث إن الخط الوسطى يكون متوسط كسر التلف (ح) ؛ لذا فإن حدى الرقابة فى هذا المخطط يتحددان بالمعادلتين :

$$\text{حد الرقابة الأعلى (المخطط - ح)} = \text{ح} + \text{ت (ع ح)} \quad (14-6)$$

$$\text{حد الرقابة الأدنى (المخطط - ح)} = \text{ح} - \text{ت (ع ح)} \quad (14-7)$$

حيث إن ت = ثابت يمثل عدد الانحراف المعيارى حسب درجة الثقة المرغوب .

مثال (14-6) :

فى الجدول الآتى بيانات عن (١٦) عينة ، كل عينة مكونة من (٥٠) وحدة وعدد الوحدات التالفة .

المطلوب : إعداد مخطط نسبة الوحدات التالفة (أى مخطط - ح) عند مستوى الثقة (٩٩,٧)٪ .

العينات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦
حجم العينة	٥٠	٤٥	٥٠	٤٥	٥٨	٥٢	٥٢	٥١	٥٠	٤٥	٤٨	٥٤	٥٠	٤٦	٥١	٥٣
الوحدات التالفة	٢	٨	٥	٢	٦	٢	٥	٤	٢	٧	١	٣	٥	٢	٤	٦

الحل : ١ - احتساب نسبة الوحدات التالفة (ح) من العينات :

العينات	حجم العينة	الوحدات التالفة	نسبة الوحدات التالفة ح (%)
١	٥٠	٢	٠,٠٤
٢	٤٥	٨	٠,١٨
٣	٥٠	٥	٠,١٠
٤	٤٥	٢	٠,٠٤
٥	٥٨	٦	٠,١٠
٦	٥٢	٢	٠,٠٤
٧	٥٢	٥	٠,١٠
٨	٥١	٤	٠,٠٨
٩	٥٠	٢	٠,٠٤
١٠	٤٥	٧	٠,١٦
١١	٤٨	١	٠,٠٢
١٢	٥٤	٣	٠,٠٦
١٣	٥٠	٥	٠,١٠
١٤	٤٦	٢	٠,٠٤
١٥	٥١	٤	٠,٠٨
١٦	٥٣	٦	٠,١١
المجموع	٨٠٠	٦٤	

$$ح = \frac{\text{مجموع الوحدات التالفة}}{\text{مجموع حجم العينات}} = \frac{٦٤}{٨٠٠} = ٠,٠٨$$

٢ - احتساب الانحراف المعياري (ع ح) :

$$ع ح = \sqrt{\frac{(\text{مجموع الوحدات التالفة} - (\text{ح} \times \text{مجموع حجم العينات}))^2}{\text{مجموع حجم العينات} - ١}} = \sqrt{\frac{(٦٤ - (٠,٠٨ \times ٨٠٠))^2}{٨٠٠ - ١}} = \sqrt{\frac{٠,٠١٤٧٢}{٠,٠٣٨}} = ٠,٠٩٢$$

٢ - احتساب الحد الأعلى والحد الأدنى لمخطط - ح

$$\text{الحد الأعلى} = ٠,٠٨ + (٠,٠٢٨)^٢$$

$$٠,١٩٤ = ٠,١١٤ + ٠,٠٨ =$$

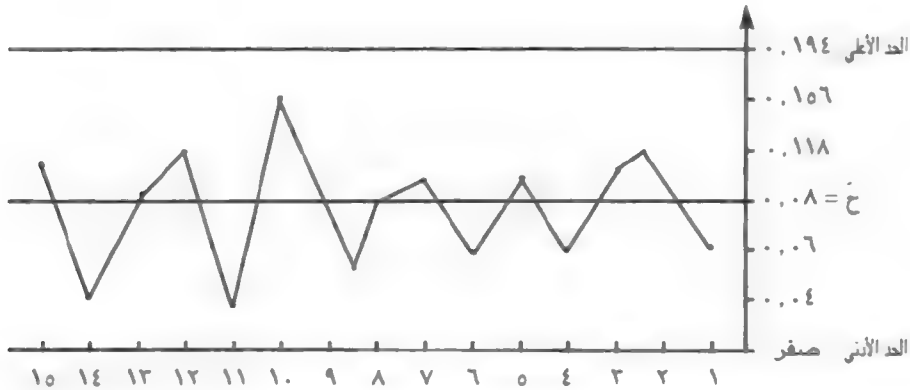
$$\text{الحد الأدنى} = (٠,٠٢٨)^٢ - ٠,٠٨ = \text{صفر}$$

يلاحظ من الخطوتين (٢) و(٣) أننا لتبسيط المعالجة استخدمنا متوسط حجم العينة ، أى (ن = ٥٠) ، إلا أن هناك جداول قياسية لاحتساب قيم  $\sqrt{٣}/\sqrt{ن}$  ، فعندما يكون حجم العينة متبايناً وغير متساوٍ ؛ فإن الحد الأعلى لمخطط - ح يكون :

$$\text{الحد الأعلى} = ٠,٠٨ + \sqrt{\frac{(٠,٠٨ - ١) \cdot ٠,٠٨}{ن}}$$

$$= \frac{٢}{\sqrt{ن}} + ٠,٠٨ =$$

$$= \frac{٢}{\sqrt{ن}} \times ٠,٢٧ + ٠,٠٨ =$$



بلاحظ أن نسبة الوحدات التالفة تقع ضمن نسب الوحدات التالفة المسموحة مما يعني أن العملية تحت السيطرة .

## ثانياً : مخطط عدد التوالف

إن مخطط عدد التوالف ، ويدعى أيضاً (مخطط - ج) (C-chart) يستخدم عندما يكون الهدف هو الرقابة على عدد التوالف ، أى مرات ظهور الحالات المرفوضة دون أن يكون بالإمكان حساب حالات عدم الظهور من مجموع الحالات ، كما فى عدد العينات الملوثة من المياه . إن التوزيع الاحتمالى لهذا النوع من العينات هو توزيع بواسون ، وإن متوسط عدد التوالف يكون (ج) ، وإن الانحراف المعيارى هو (ج) ، وإن حدى الرقابة فى هذا المخطط يحسبان كالآتى :

$$\text{حد الرقابة الأعلى} = ج + ٣ \times \sqrt{ج} \quad (٨-١٤)$$

$$\text{حد الرقابة الأدنى} = ج - ٣ \times \sqrt{ج} \quad (٩-١٤)$$

حيث إن ج = متوسط عدد التوالف فى العملية ، أما إذا كان غير معلوم ؛ فيتم تقديره من بيانات العينة باستخدام (ج) حيث إن :

$$ج = \frac{\text{مجموع التوالف}}{\text{عدد العينات}} \quad (١٠-١٤)$$

مثال (٧-١٤) :

فى مركز للتحليلات أخذت (٢٤) عينة من لقاحات الأطفال لاختبار تأثر فاعليتها بالخرن غير الملائم ، وبعد التحليل والاختبار توفرت البيانات الواردة فى الجدول أدناه .

العينات	عدد التوالف	العينات	عدد التوالف	العينات	عدد التوالف	العينات	عدد التوالف
١	١	٧	٢	١٣	٢	١٩	١
٢	٣	٨	٢	١٤	٣	٢٠	٢
٣	صفر	٩	صفر	١٥	صفر	٢١	صفر
٤	٤	١٠	١	١٦	٢	٢٢	١
٥	٢	١١	٢	١٧	١	٢٣	٣
٦	١	١٢	١	١٨	٢	٢٤	٢
						المجموع	٢٨

الحل :

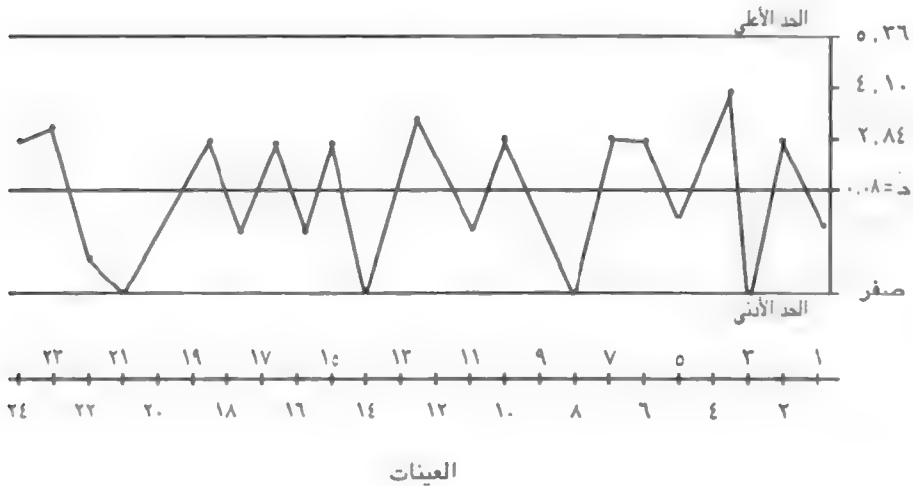
$$ج = \frac{٢٨}{٢٤} = ١,٥٨$$

$$حد الرقابة الأعلى = (١,٥٨\sqrt{٢}) + ١,٥٨ = ٣,٧٨$$

$$٥,٣٦ = ٣,٧٨ + ١,٥٨ =$$

$$حد الرقابة الأدنى = (١,٥٨\sqrt{٢}) - ١,٥٨ =$$

$$صفر = ٣,٧٨ - ١,٥٨ =$$



## ١٤-١٦- استخدام الحاسبة في مجال الجودة :

إن التطور الكبير في إمكانيات الحاسبة الفنية والوظيفية : جعل استخدامها في إدارة العمليات واسعاً ومتنوعاً ، وتمثل الجودة أحد المجالات المهمة في استخدام الحاسبة وتطبيقاتها ، ففي مجال جودة التصميم (Design Quality) فإن استخدام نظام التصميم بمساعدة الحاسبة (CAD) يوفر إمكانيات كبيرة لتحقيق الجودة الأفضل بأقصر وقت وأقل كلفة مع قدرة لاحقة أكبر لإدخال التعديلات والتحسينات على



مواصفات المنتج ، وبما يوفر قاعدة مهمة لتحقيق التصميم المتين الذى هو أحد أركان مدخل تاكوتشى فى النوعية ، وذلك بتصميم العملية بطريقة تكسبها المناعة ضد الانحرافات المسببة لتلف المنتج وتدنى جودته .

كما أن التصنيع بمساعدة الحاسبة (CAM) وفر إمكانات كبيرة فى الرقابة المؤتمتة والمبرمجة على العملية ومدخلاتها ومخرجاتها ، وكذلك على إدخال التعديلات على العملية بما تحقق استجابة أفضل لحاجات الزبون والتغيرات فى السوق ، أى يوفر قدرة أكبر فى تحقيق الجودة المطلوبة من قبل الزبائن فى السوق .

وفى مجال الفحص فإن التطورات الأخيرة فى مجال الذكاء الاصطناعى الذى أصبح يستخدم على نطاق واسع نسبياً فى الفحص المؤتمت ، وقد أشرنا فى الفصل الثالث عشر تكنولوجيا الإنتاج إلى تطبيقات الرؤية الآلية من خلال النظام الخطى والنظام المصفوفى فى فحص الأجزاء والمنتجات اعتماداً على متحسسات بصرية لإبعادها ، ومن ثم قبول ما هو صالح ورفض ما هو تالف منها . ولا شك فى أن الفحص المؤتمت الذى يطبق فى أنظمة الإنتاج لحجوم كبيرة تؤدى إلى تجنب الأخطاء البشرية الناجمة عن الملل والرقابة وتدنى مستوى الانتباه ؛ مما يساهم فى خفض الإخفاق الخارجى .

ولاشك فى أن استخدام الفحص المؤتمت الذى يمثل فى حقيقة الأمر الفحص (١٠٠٪) : سيؤدى إلى التغيير الجذرى فى مجال معاينة القبول وخطط المعاينة ؛ وذلك لأن هذا الفحص يمكن أن يقلص العينة بشكل كبير . والتجربة اليابانية تقدم نموذجاً جيداً فى هذا المجال ، ففي هذه التجربة تستخدم المتحسسات الإلكترونية فى الفحص والتي تطلق عليها تسمية (Poka a Yoke) والتي تعنى المضمونة التى لا تخفق ؛ حيث يضئ الضوء المنبه ؛ ليحذر العامل عند الخطأ فى الإنجاز غير القياسى للعمل . واستخدام هذه الأساليب جعل بالإمكان استخدام حجم العينة (ن=٢) ، حيث يتم فحص الوحدة الأولى من وجبة الإنتاج والوحدة الأخيرة منها فقط للتأكد من نوعية المخرجات .

إن المستقبل يظل يحمل إمكانات عظيمة فى استخدام التكنولوجيا الجديدة ليس فقط فى تحسين جدولة الإنتاج وزيادة الإنتاجية ، وإنما أيضاً فى تحسين الجودة والاستجابة الأسرع والأفضل لحاجات الزبون .

## ١٤-١٧ - الجودة في مجال الخدمات :

لا بد من التأكيد على أن عدم ملموسية الخدمة تجعل الرقابة على جودتها أصعب من الرقابة على جودة المنتج ؛ ففي الخدمة يتم بيع وتسويق المهارة والحرفة المهنية والكفاءة ، وهذه كلها غير ملموسة ، وعند تقديمها إلى الزبون تتأثر بنقص التدريب وتعب وممل العامل وعدم قدرته على تفهم حاجات الزبون . كما أن المنتج غير الجيد يمكن إعادته واستبداله أو تصليحه وإعادة عمله ، ولكن في الخدمة من غير الممكن القيام بذلك بنفس الطريقة ، ولكن هذا كله لا يعنى بالتأكيد أنه ليس هناك ما يمكن فعله في مجال جودة الخدمات .

إن جودة الخدمة حسب (زيمرمان و انيل Zimmerman & Enell) مثل جودة المنتج تبدأ مع "الملاعة للاستعمال" : فالشركات الخدمية كالمصارف وشركات التأمين والنقل والمستشفيات وغيرها مشغولة بخدمة الزبائن ، والعلاقة بهم تكون بناءة وإيجابية : إذا كانت الخدمة التي تقدمها تستجيب لحاجات الزبون في السعر ، وقت التقديم ، الملاعة لغرض الزبون . والواقع أن الملاعة تشمل في كل نوع من الخدمات مجموعة من السمات : فمثلاً في الخطوط الجوية ؛ فإن هذه السمات تتمثل بالتوقيت دقة المواعيد ، سهولة الحجز ، والمعاملة الطيبة ، بينما في المطعم فإن هذه السمات تتمثل في مظهر المطعم ، تنوع الطعام ، نكهته ، سرعة الإعداد والتقديم ، القرب أو البعد من الزبون ، والسعر ... إلخ .

لهذا فإن البحث في جودة الخدمة لا بد أن يبدأ بتصميم الخدمة ، ولقد أشارت دراسة قدمها (شلسنجر وهسكيت Schlesinger & Heskett) إلى الحاجة إلى مدخل جديد في هذا المجال ؛ فإن الشركات لا يمكن أن تصمم معايير قياسية جديدة للخدمة باستخدام الروتين القديم المتبع في مجالات عديدة من الخدمات التي اتسمت بدوران عالٍ للعاملين ، ضعف ولائهم ، نقص التدريب ، مقاييس المحاسبة التقليدية ، وعمال الخط الأول المتصل بالزبون بدون صلاحيات كافية) ، في حين هناك عدد قليل من الشركات القائدة هي التي بدأت باتباع المدخل الجديد الذي يركز أولاً على حاجات وتوقعات الزبائن ودعم عمال الخط الأول ونظام معلومات يساعد على كشف الأخطاء والنقاط شكاوى الزبائن ، وبالتالي رفع الجودة والمبيعات على حد سواء .

إن المدخل الجديد فى مجال الخدمات أصبح موضع اهتمام متزايد ، ولعل هذا الاهتمام يتمثل فى كثرة الدراسات المتخصصة التى أصبحت تعالج مجال الخدمات على أساسه ، ويمكن أن نعرض خصائص هذا المدخل الجديد فى مجال الخدمات وهى كالآتى :

أولاً : إن تصميم الخدمة يجب أن يعتمد على حاجات وتوقعات الزبائن والتى تختلف من شركة لأخرى ومن نوع خدمة لآخر ، وبهذا تكون الخدمة ذات جودة جيدة ؛ لأنها ملائمة للاستعمال .

ثانياً : التأكيد على إعداد عمال الخط الأمامى الذين هم على اتصال مباشر بالزبون ؛ وذلك من خلال الاختيار الجيد (الكلفة العالية فى الاختيار أفضل من كلفة أعلى فى إخفاق النظام) ، التدريب الجيد ، الأجور والحوافز الجيدة ، والصلاحيات المناسبة ، وهذه كلها تساهم فى خفض دوران العمل ، ولاء أعلى ، رضا أفضل للعامل ، ومما ينعكس مباشرة على تقديم خدمة ممتازة كقاعدة لتحقيق رضا الزبون .

ثالثاً : إيجاد نظام لإشارات الإنذار المبكر التى تكشف عن الإخفاق فى الخدمة (جودة سيئة) من خلال التقاط شكاوى الزبائن ومقترحاتهم ، وما يرتبط بذلك من إجراءات تفى بتعهدات الشركة فى تقديم خدمة أفضل للزبائن .

رابعاً : ضرورة جعل النجاح والتقدم فى جودة الخدمة منظوراً ، سواء بالعلاقة مع الزبون أو العاملين وتطويرهم وحوافزهم ، وعرض ذلك من خلال لوحات جدارية أو زجاجية فى مواقع ملائمة تشير إلى ما تحقق فى ذلك .

إن المدخل الجديد يتلاءم أيضاً مع ضرورة وضع معايير جودة الخدمة ، ولقد اهتمت دراسات كثيرة فى الفترة الأخيرة بهذه المعايير التى تصلح أن تكون دليلاً للإدارة فى الشركات الخدمية لاستخدامها فى الرقابة على الجودة . ونشير فى هذا المجال إلى المعايير الستة للإدراك الجيد لجودة الخدمة ، كما فى الجدول رقم (١٤-١٦) والتى تمثل معايير إرشادية فى هذا المجال .

الجدول رقم (١٤-١٦) : المعايير الستة للإدراك الجيد لجودة الخدمة

المعايير	الوصف
١ - المهارات والاحتراف	- يدرك الزبائن أن مقدمي الخدمة والعاملين والمزودين بالنظم التشغيلية والموارد المادية ، لديهم المهارات والمعرفة المطلوبة لكل مشكلات الزبائن بطريقة احترافية (معيار متعلق بالمخرجات) .
٢ - الاتجاهات والسلوك	- يشعر الزبائن بأن العاملين الذين يقدمون الخدمة يهتمون بهم وبحل مشكلاتهم أيضاً بطريقة ودية وتلقائية (معيار متعلق بالعمليات) .
٣ - سهولة المنال والمرونة	- يشعر الزبائن بأن تقديم الخدمة ، موقعها ، ساعات العمل ، العاملين ونظم التشغيل تم تصميمها وتعمل لتقديم الخدمة بسهولة : لهذا فإن العاملين مستعدون لتقديم الخدمة فى الوقت الذى يرغب الزبون به وبطريقة مرنة (معيار متعلق بالعمليات) .
٤ - الاعتمادية والثقة	- يعرف الزبائن بأنهم فى أى ظرف أو أى مكان ، يستطيعون الاعتماد على مقدمي الخدمة والعاملين والنظم ويثقون فى وعودهم وأدائهم واهتمامهم الشديد بالزبائن (معيار متعلق بالعمليات) .
٥ - تصحيح الأشياء الخاطئة	- الزبائن متأكدون من أنه عند حدوث شيء خاطئ أو غير متوقع : فإن مقدمي الخدمة سوف يبادرون وبفاعلية ويتخذون أفعالاً إيجابية للسيطرة على الموقف ويجدون حلولاً مناسبة ، لأى موقف قد يظهر فجأة (معيار متعلق بالعمليات) .
٦ - السمعة والأمانة	- يعتقد الزبائن أن عمليات مقدمي الخدمة يمكن الثقة بها وتساوى ما ينفق فيها وترمز إلى أداء جيد وقيمة عالية يتقاسمها الزبائن ومقدمو الخدمة (معيار متعلق بالصورة الذهنية) .

## الأسئلة :

- ١ - ماذا نعنى بالقول إن القرن العشرين هو قرن الإنتاجية ، وإن القرن الواحد والعشرين سيكون قرن النوعية ؟
- ٢ - ميز بين النظرة التشغيلية والنظرة الإستراتيجية للنوعية .
- ٣ - ما الفرق بين المدخل الإنتاجى والمدخل التسويقى فى مفهوم النوعية ؟
- ٤ - وضع ماذا نعنى بالتلف وفق المدخل التقليدى والمدخل الحديث وكيف يتم التمييز بينهما ؟
- ٥ - ماهى الكلفة الأكثر أهمية فى كلف النوعية ، ولماذا ؟
- ٦ - وضع مايتأتى :
  - أ - المنافسة القائمة على النوعية .
  - ب - تحليل باريتو .
  - ج - بيانية السبب - النتيجة .
  - د - دالة خسارة النوعية
  - هـ - طريقة التصميم المتين (Robust Design Method) .
- ٧ - ماذا نعنى بالفحص ، وماهى أنواعه ؟ وما هو المستوى الأمثل للفحص ؟
- ٨ - ماذا نعنى بما يأتى :
  - أ - معاينة القبول .
  - ب - خطط المعاينة .
  - ج - منحني الخصائص العملية .
  - د - مخاطرة المنتج ومخاطرة المستهلك .
- ٩ - علل ما يأتى :
  - أ - كلما زاد حجم العينة مع ثبات عدد القبول ؛ زادت مخاطرة المنتج وانخفضت مخاطرة المستهلك .
  - ب - إن خطة العينة لاتحقق تمييزاً كاملاً بين الوجبات جيدة أو سيئة النوعية .
- ١٠ - ماهى أنواع الانحرافات فى الخصائص القابلة للقياس والخاضعة للقياس ؟
- ١١ - ما الفرق بين مخططات الرقابة على المتغيرات وعلى الخصائص التمييزية ؟
- ١٢ - وضع استخدامات الحاسبة فى مجال النوعية .
- ١٣ - ماذا نعنى بالآتى : إن جودة الخدمة هى "الملاءمة للاستعمال" ؟
- ١٤ - ماهى خصائص المدخل الجديد فى مجال نوعية الخدمات ؟

## التمارين :

١ - فى عملية كانت هناك أربعة مواقع محتملة لوضع محطات الفحص فيها ، وهذه المواقع هى (س) (ص) (ك) (ل) ، وكانت نسبة الوحدات التالفة فى هذه المواقع على التوالى : (٣٪ ، ٥٪ ، ٤٪ ، ١٠٪) . ويعد الدراسة قدر أن كلفة الفحص فى المواقع الأربعة على التوالى : (٨٠) ديناراً ، (١٥٠) ديناراً (٥٠) ديناراً و(٤٠) ديناراً . ما هو ترتيب مواقع الفحص المفضل عند محدودية الموارد المخصصة للفحص ؟

٢ - فى شركة (ألفا) الصناعية تقوم بإعداد منحنى الخصائص العملية ، وكان عدد القبول المعتمد ج = ٢ ، وحجم العينة (٤٠) وحدة فى خطة المعاينة المنفردة .

المطلوب : احتساب احتمال القبول (ح) بالنسبة إلى (١٨) قيمة من كسر التلف هى :  
٠,١ ، ٠,٢ ، ٠,٣ ، ٠,٤ ، ٠,٦ ، ٠,١٠ ، ٠,١٢ ، ٠,١٤ ، ٠,١٦ ،  
٠,١٨ ، ٠,٢٠ ، ٠,٢٢ ، ٠,٢٤ ، ٠,٢٦ ، ٠,٢٨ ، ٠,٣٠ ، ٠,٣٢ ، ٠,٣٤

٣ - فى عملية القطع لأنابيب بلاستيكية بطول (٢,٥) سم وبانحراف معيارى (٠,١) سم ، كان تغير العملية يعتبر طبيعياً . المطلوب : تحديد حدى الرقابة للمتوسطات التى تضمن مستوى الثقة (٩٥٪ ، ٤) إذا كانت المخرجات عشوائية فى حالتين :  
الحالة الأولى (ن = ٢٤) ، والحالة الثانية (ن = ٣٦) .

٤ - لقد توفرت البيانات الآتية عن أطوال قضبان هى مخرجات إحدى العمليات أخذت منها (١٠) عينات كل عينة مكونة من (٤) وحدات .

المطلوب : احتساب حدى مخطط الرقابة للمتوسطات والرسم البيانى للمخطط وتوزيع العينات عليه .

الأطوال (سم)				
٤	٣	٢	١	
٨.٠٤	٧.٩٩	٨.١٠	٨.٠٢	١
٨.٢٥	٨.٢٣	٨.٢٠	٨.٤٢	٢
٧.٩٠	٨.٠٦	٨.٠٠	٨.٢٠	٣
٨.٣٥	٨.٠٢	٨.١٠	٧.٩٠	٤
٧.٨٠	٧.٩٠	٧.٨٥	٨.١٥	٥
٧.٩٠	٧.٨٥	٨.١٠	٧.٩٠	٦
٨.٤٠	٧.٨٠	٧.٩٠	٨.٢٥	٧
٨.٣٥	٨.٣٠	٨.٤٠	٨.١٠	٨
٧.٩٥	٧.٩٨	٨.٠٠	٧.٩٠	٩
٧.٨٥	٨.١٠	٧.٩٠	٨.٠٠	١٠

٥ - استخدم البيانات في المثال رقم (٤) لإعداد مخطط الرقابة للمتوسطات باستخدام الطريقة الجدولية .

٦ - استخدم البيانات في المثال رقم (٤) لإعداد مخطط الرقابة للمدى باستخدام الطريقة الجدولية .

٧ - لقد أخذت (٦) عينات من مخرجات العملية (ك) وكانت نتائج الحسابات لهذه العينات كما في الجدول :

العينات	١	٢	٣	٤	٥	٦
المتوسط (غم)	٥٧	٥٥	٥٦	٥٣	٥٤	٥٢
المدى	٢	٤	٥	٤	٣	٢

وكانت حدود الرقابة للمتوسطات هي :

الحد الأعلى ٥٨ غم ، س = ٥٥

الحد الأدنى = ٥٢

حدود الرقابة للمدى هي :

الحد الأعلى = ٦ ، ي = ٤

الحد الأدنى = ٢

المطلوب : وضع بيانياً قدرة كل من المخططين على الكشف عن التغير في العملية ، وتفسير ذلك .

٨ - توفرت البيانات الآتية عن (٢٠) عينة وكل عينة مكونة من (٤٠) وعدد الوحدات التالفة :

١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	رقم العينات
٣٩	٣٥	٣٦	٤٦	٤٥	٤٠	٤٢	٤٠	٣٦	٣٥	٤٦	٣٨	٤٥	٤٢	٤٠	حجم العينة
٥	٤	٥	صفر	٣	١	٧	٢	٦	٣	٦	٤	٣	٨	٢	الوحدات التالفة

٣٠	٢٩	٢٨	٢٧	٢٦	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	١٦	رقم العينات
٣٦	٣٨	٤٤	٣٨	٣٥	٤٢	٣٦	٤١	٣٥	٤٠	٤٢	٣٨	٤٤	٤٠	٤١	حجم العينة
٤	٥	٧	٣	٢	صفر	١	٦	٤	٥	٤	٦	٣	٥	١	الوحدات التالفة

المطلوب : إعداد مخطط نسبة الوحدات التالفة (مخطط ح ) عند مستوى الثقة (٩٩.٥٪) وتوزيع العينات عليه .

٩ - في مختبر صحة البيئة أخذت (٢٠) عينة من مياه الشرب لاختبار تلوثها بنوع

معين من البكتريا ، وفي الجدول الآتى نتائج الاختبارات .

المطلوب : إعداد مخطط عدد التوالف (مخطط - ج ) وتوزيع العينات عليه .



العينات	عدد التواف
١١	٤
١٢	١
١٣	٣
١٤	٢
١٥	١
١٦	٤
١٧	٢
١٨	صفر
١٩	٣
٢٠	١

العينات	عدد التواف
١	١
٢	٢
٣	٢
٤	٤
٥	صفر
٦	٢
٧	١
٨	٢
٩	٣
١٠	٢

## المراجع :

### أولا : الكتب

- ١ - د . أحمد إبراهيم عبد الهادي "إدارة الإنتاج والعمليات والتكنولوجيا" دار النهضة ، القاهرة ، بلا تاريخ .
- (2) E.Adam., Jr. and R. J. Ebert, Production and Operations Management, Printice-Hall of India Private Lmd. New Delhi . 1993.
- (3) J. R. Evans, Production and Operations Management, West Publishing Co. Minneapolis 1997.
- (4) B. L. Hansen, Quality Control Printice-Hall, Inc. Englewood cliffs, New Jersey, 1963.
- (5) J. Hiezer and B. Render, Production and Operations Management Allan and Bacon, Inc Bosten. 1988 .
- (6) K. Ishikawa, Guide to Quality Control, Asian Productivity Organization, Tokyo 1982.
- (7) L. J. Krakewski and L. P. Ritzman, Operations Management. Addison-Wesley Publishing Co Reading, Massachustte. 1996.
- (8) M.S.Phadke, Quality Engineering Using Robust Design, Printice-Hall International, Inc. UK .London 1989.
- (9) R. G. Schroeder, Production and Operations Management, McGraw Hill Book Co New York 1989.
- (10) N. Slack et al., Operations Management, Pitman Publishing, London, 1998.
- (11) W. J. Stevenson, Production\Operations Management, Irwin Homewood, Boston. 19900.
- (12) C. D. Zimmerman, III and J. W. Enell, Service Industries, cited in, J. M. Juran and F. M.Gryna (Eds) Jurans Quality Control Handbook, McGraw Hill Book Co NewYork. 1988.

### ثانيا : الدوريات

- (1) T. W. Firmstah, My Employees Are My Service Guarantee, Harvard Business Review, July-August, 1989.
- (2) J. M. Juran, Made in USA; A Renaissance in Quality, HBR. July-August, 1993.
- (3) L. A. Schlesinger and J. L. Heskett, The Service-Driven service Company, HBR. Sep-Oct. 1991.



## ملحق الفصل الرابع عشر : الخصائص الأساسية للمدخل الياباني في مجال الجودة .

١ - المدخل .

٢ - الجودة اليابانية : الخلفية والتطور .

٣ - الخصائص الأساسية للمدخل الياباني في مجال الجودة .

أولاً : النظرة الإستراتيجية للجودة .

ثانياً : وجود سياسة وطنية في مجال الجودة .

ثالثاً : الجودة مسئولية الجميع .

رابعاً : جودة أعلى بكلفة أدنى .

خامساً : التلف الصفرى .

سادساً : مدخل تاكوجي للجودة .

سابعاً : إنتاج الوقت المحدد .

ثامناً : دوائر الجودة .

تاسعاً : التحفيز من أجل الجودة .

عاشراً : الرقابة على الجودة الشاملة .

الأسئلة .

المصادر .



## ١ - المدخل :

تعتبر الجودة عاملاً حيوياً في نجاح المنظمة أو فشلها ، وهذا يعود إلى دور الجودة الجيدة في تحسين استغلال الموارد المتاحة والموقع التنافسي للمنظمة في السوق .  
وخلافاً لذلك فإن الجودة الرديئة بقدر ما تمثل هدراً واضحاً في الموارد (كلفة إعادة العمل ، التخلص من الخردة ، وكلفة السمعة) ؛ فإنها تؤدي إلى النتيجة المباشرة في تقلص حصة الشركة في السوق ؛ لهذا فإن الشركات الحديثة تهتم بعوامل تحسين الجودة بشكل مستمر ، وذلك من خلال البحث في التجارب والأساليب الحديثة التي يمكن أن تساهم في تحسين الجودة .

والتجربة اليابانية غنية بالمفاهيم والأساليب الجديدة في مجال الجودة ، وقد أعزى الكثير من المختصين الذين درسوا هذه التجربة التفوق الياباني وقدرة الشركات اليابانية على المنافسة في الأسواق الدولية - إلى التفوق في الجودة خاصة وأن تفوق الجودة اليابانية كان في أسواق الدول المتقدمة وتحقيق ذلك بكلفة أو سعر أدنى مع تحسين خدمة الزبون في الاعتمادية والتسليم السريع والاستجابة السريعة في تطوير المنتجات حسب حاجات الزبون وظروف السوق .

تمثل التجربة اليابانية في مجال الجودة رؤية شمولية تقوم على التحسين المستمر ، وفي هذه الرؤية فإن الطلب (بدءاً من الزبون وصولاً إلى المورد) هو دالة الإنتاج كما في نظام الوقت المحدد (JIT) وأن الزبون هو نقطة البدء بالطلب . وحيث إن جودة العملية الإنتاجية تتكامل مع جودة التصميم وجودة التوريد من المواد والأجزاء وجودة العاملين وجودة الموردين في إطار برنامج تحسين الجودة المستمر بكلفة أدنى خلافاً للمدخل التقليدي الذي يرى أن تحسين الجودة يرتبط بكلفة أعلى .

## ٢ - الجودة اليابانية : الخلفية والتطور :

لقد استفادت التجربة اليابانية من التجربة الأمريكية في مجال الجودة ، وذلك من خلال الزيارات التي قام بها في الخمسينيات كل من (جوران J.M.Juran) و (ديمنج W.E.Deming) ، وهما من خبراء الجودة البارزين في الولايات المتحدة لتدريب

المديرين اليابانيين على مفاهيم الجودة والأساليب الإحصائية . وهناك اعتراف يكاد يكون عاماً بالدور الكبير الذي قام به (جوران وديمنج) في التطور السريع لبرامج الجودة في اليابان ، كما أن اليابانيين أنفسهم يعترفون بهذا الدور وخاصة ما قام به ديمنج ، واعترافاً بذلك فقد وضعت جائزة باسمه (Deming Award) التي تمنح لمن يقوم بإنجازات متميزة في الجودة الصناعية في اليابان . ومع ذلك فإن السؤال المهم هو إلى أي حد كان تأثير هذين الخبيرين على التجربة اليابانية في مجال الجودة ، وإذا كان لهما تأثير حاسم كما يرى البعض ، ولم يكن لتطور بدوره الجودة اليابانية ، فلماذا لم يكن لهؤلاء الخبراء نفس الدور في الجودة الأمريكية التي واجهت منذ عقد السبعينيات ولا زالت تواجه تحدياً كبيراً في الجودة اليابانية ؟ ومن أجل الإجابة عن هذه التساؤلات يمكن أن نورد ما يأتي :

أولاً : إن التجربة اليابانية قد جاءت بمفاهيم وأساليب جديدة في مجال الجودة تتجاوز بشكل كبير المفاهيم السائدة حول الأساليب الإحصائية للرقابة على الجودة التي ترد عادة في مقررات الدورات والبرامج التدريبية ، وأن ما حققته هذه المفاهيم والأساليب الجديدة من نتائج مهمة جعلت الشركات الأمريكية تتطلع إليها بوصفها عوامل فعالة في التفوق الياباني .

ثانياً : إن التجربة الأمريكية في مجال النوعية لازالت تعاني من مشكلات عميقة قد تجاوزتها التجربة اليابانية بعد أن قدمت معالجة فعالة لها ، وكنموذج على ذلك نورد تعليق (تاكيموتو Y.Takemoto) نائب رئيس شركة سانوي حيث يقول : لقد كان المديرون الأمريكيون فخورين بأن يظهروا لى كثرة المعدات الجيدة والأفراد الجيدين المدربين على فحص الجودة عند نهاية خط التجميع ، وتعجبت لماذا يحتاجون لمحنة فحص إذا هم أنتجوا منتجاتهم بشكل صحيح في الموقع الأول . لقد أخطرت عمالنا بدقة وعناية أن يكملوا العمل المخصص وألا يرسلوا أى عمل غير كامل إلى أسفل خط التجميع ، وبهذه الطريقة نلغى معدل التلف نهائياً .

ثالثاً : إن (جوران J.M.Joran) في دراسة نشرها في منتصف عام ١٩٩٣م في مجلة هارفرد للأعمال يقول : إن الكثير من الصناعيين يرون أن قيادة اليابان للعالم

في جودة المنتج هو نتيجة محاضرات أُلقيت من قبل "ديمنج وجوران" وإذا كان ديمنج وأنا لم نعطِ هذه المحاضرات فإن المنتجات اليابانية ستظل بجودة العصر الحجري ، وهذا كما يقول جوران لا يشاطر الحقيقة ، فإذا بقينا ديمنج وأنا في بلدنا فإن اليابانيين سيحققون قيادة العالم في الجودة بنفس الشاكلة ، إننا قدّمنا بداية الوثبة التي بدونها سيضع اليابانيون عملاً أكبر وفترة أطول ، ولكن سيظلون متقدمين على الولايات المتحدة في ثورة الجودة ، ويشير جوران أنه عند اندلاع الحرب العالمية الثانية كانت في اليابان ثلاثة مستويات من الجودة وهي : المستوى الأول : صادرات مستهلك ما قبل الحرب ، وكانت ذات جودة رديئة وهي أساس سمعة اليابان كمنتج للسلع الرديئة : حيث إن صنع في اليابان كان يعني الجودة الأسوأ .

المستوى الثاني : جودة المنتجات والمعدات العسكرية حيث كانت اليابان تستخدم خيرة مديريها ومهندسيها ومواردها في خدمة الطموحات الإمبراطورية : مما حرم السلع الاستهلاكية في المستوى الأولي من هذه الخبرات والموارد : لهذا فإن جودة المعدات العسكرية اليابانية كانت منافسة لما موجود في الغرب ، وأن الطوربيدات اليابانية كانت تتفوق على نظيرتها الأمريكية .

المستوى الثالث : هو عند قمة الهرم في الجودة اليابانية ، ويتمثل في التقليد الياباني القديم للحرفة الدقيقة للسلع اليدوية ، فعندما وصل الألمان ضمن رحلات الاستكشاف في القرن السادس عشر إلى جزر اليابان وجدوا منتجات يابانية معينة كالسيوف والورق والنحاس ونقوش الخشب كانت أرقى مما هو معروف في أوروبا في ذلك الوقت .

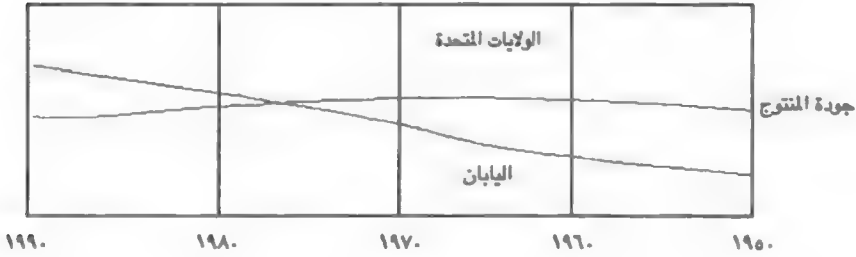
لهذا كله نجد أن تطور الجودة في اليابان يمتلك بعداً تاريخياً في تقاليد الحرفة الدقيقة اليابانية ، وأن التكنولوجيا الجديدة والطرق الحديثة والأساليب الإحصائية للرقابة على الجودة تمثل عوامل مساعدة مهمة فيما حققته اليابان في هذا المجال . وربما هذا ينسجم مع ما أكدّه المديرون الأمريكيون في أواخر السبعينيات الذين زاروا



اليابان لاكتشاف الأسباب والعوامل التي أدت إلى تطور جودة منتجاتها حيث كانوا يقولون عند عودتهم كما أورد ذلك جوران أن اليابانيين يستخدمون نفس المعدات ، نفس المواد في المدخلات ، ونفس عمليات التصنيع التي نستخدمها ولكنهم طبعاً ينتجون بجودة أفضل وكلفة أقل .

وعند المقارنة فإن معدل تحسين الجودة في اليابان منذ الخمسينيات كان أعلى من نظيره في أوروبا والولايات المتحدة . ويوضح الشكل رقم (١) هذا المعدل في اليابان بالمقارنة مع الولايات المتحدة في صناعة السيارات حيث يظهر جلياً أن الجودة الأمريكية كانت في تطور ولكن بمعدل أبطأ من التطور في الجودة اليابانية ، وأن تقاطع الخطوط كان مبكراً أكثر بالمقارنة مع الدول الأوروبية .

الشكل رقم (١) : معدل تحسين الجودة في صناعة السيارات



## ٢ - الخصائص الأساسية للمدخل الياباني في مجال الجودة :

لا بد أن نؤكد على أن تطور جودة المنتجات اليابانية قد حظى باعتراف واسع في الولايات المتحدة وأوروبا ، فبعد الحرب العالمية الثانية كانت السمعة اليابانية مقترنة بإنتاج السلع الرديئة ، ولكن بعد أقل من ثلاثة عقود أصبحت رمزاً للجودة عالية المستوى التي تسعى لبلوغها الدول الصناعية المتقدمة ، بعد أن أخذت المنتجات اليابانية تسيطر على الأسواق العالمية المهمة التي كانت أسواقاً تقليدية للمنتجات الأمريكية والأوروبية ، فقد تفوقت الصناعة اليابانية في سوق السيارات على الصناعة الأمريكية

والأوربية ، وفي صناعة الساعات وآلات التصوير تفوقت اليابان على سويسرا وألمانيا ، كما تفوقت على بريطانيا في صناعة الدراجات النارية ، وتحاول التفوق على الأمريكيين الذين عرفوا تاريخياً بالسيطرة في حقول الصناعة التقليدية مثل صناعة الصلب وبناء السفن وأجهزة البيانو والأجهزة الإلكترونية .

والسؤال المهم الذي يطرح نفسه هو : كيف حدث هذا ؟ وما هي الأسباب الكامنة وراء التفوق الياباني في الجودة ليس داخل اليابان وإنما خارجها ؟ والإجابة المتعجلة قد تقدم هذا العامل أو ذاك لتفسير ما حدث . فإذا ما نظرنا إلى مفهوم الجودة نجد أن هناك تعريفين هما الأكثر شيوعاً واستخداماً للجودة ، الأول قدمه (جوران J.M.Juran) عام ١٩٧٤م وهو أن الجودة هي "الملاءمة للاستعمال" وهو الذي يجعل الجودة أكثر قرباً من الزبون الذي يقوم بالاستعمال . والثاني قدمه (كروسبي P.B.Crosby) عام ١٩٧٩م الذي عرفها بأنها "مطابقة المواصفات ، وهذا يجعل الجودة أكثر قرباً من الإنتاج وخصائصه . والبعض يفسر التفوق الياباني بأنه قام بالتركيز على الزبون (التعريف الأول) أكثر من التركيز على المواصفات وإنتاجها (التعريف الثاني) . ولكن مثل هذه التفسيرات لا تمثل إلا محاولة جزئية لا يمكن أن تحيط بالجوانب المختلفة لهذه التجربة ؛ لهذا فإن الإجابة التي نقدمها تكمن في جانب أساسي منها في خصائص التجربة اليابانية في مجال الجودة . هذه الخصائص التي تمثل دروساً مهمة وفعالة يمكن الاستفادة منها من قبل الشركات الصناعية في هذا المجال (انظر الشكل رقم (١) الذي يوضح هذه الخصائص) .

### أولاً : النظرة الإستراتيجية للجودة :

إن اليابانيين استطاعوا أن يحققوا مواقع متقدمة في المنافسة الشاملة القائمة على الجودة ، وذلك بالاعتماد على معالجة الجودة وفق منظور إستراتيجي وليس على أساس المدخل التقليدي الذي يعالج قضايا الجودة وفق منظور تشغيلي يقصر الجودة وإدارتها وتنظيمها على مقدار الفحص وعلى الرقابة على الجودة . ولقد لاحظ ولرايت

(S.C.WheelWright) في تحليله المقارن لإستراتيجية العمليات في الشركات الأمريكية واليابانية ، أن الشركات الأمريكية توسع من المجالات التشغيلية (التي تعالج على مستوى إدارى أدنى) ، وتدخل ضمن هذه المجالات الجودة خلافاً للشركات اليابانية التي تقلص هذه المجالات ، وتعالج الجودة وفق رؤية إستراتيجية وتمثل مجاًلاً من مجالات إستراتيجية العمليات .

لقد استطاعت الشركات اليابانية من خلال هذه النظرة الإستراتيجية للجودة ليس فقط معالجة تدنى سمعة المنتجات اليابانية السابقة ، وإنما أيضاً التفوق في ميدان المنافسة على أساس التصنيع عالمي المستوى الذي أبرز مقوماته وعناصر القوة فيه هو النوعية على مستوى العالم .

ولقد قدمت الشركات اليابانية نموذجاً متقدماً لإدارة الجودة الشاملة التي لا تقتصر مهامها على الرقابة على الجودة إنما توسع مهامها بشكل كبير ليشمل ما يأتي :

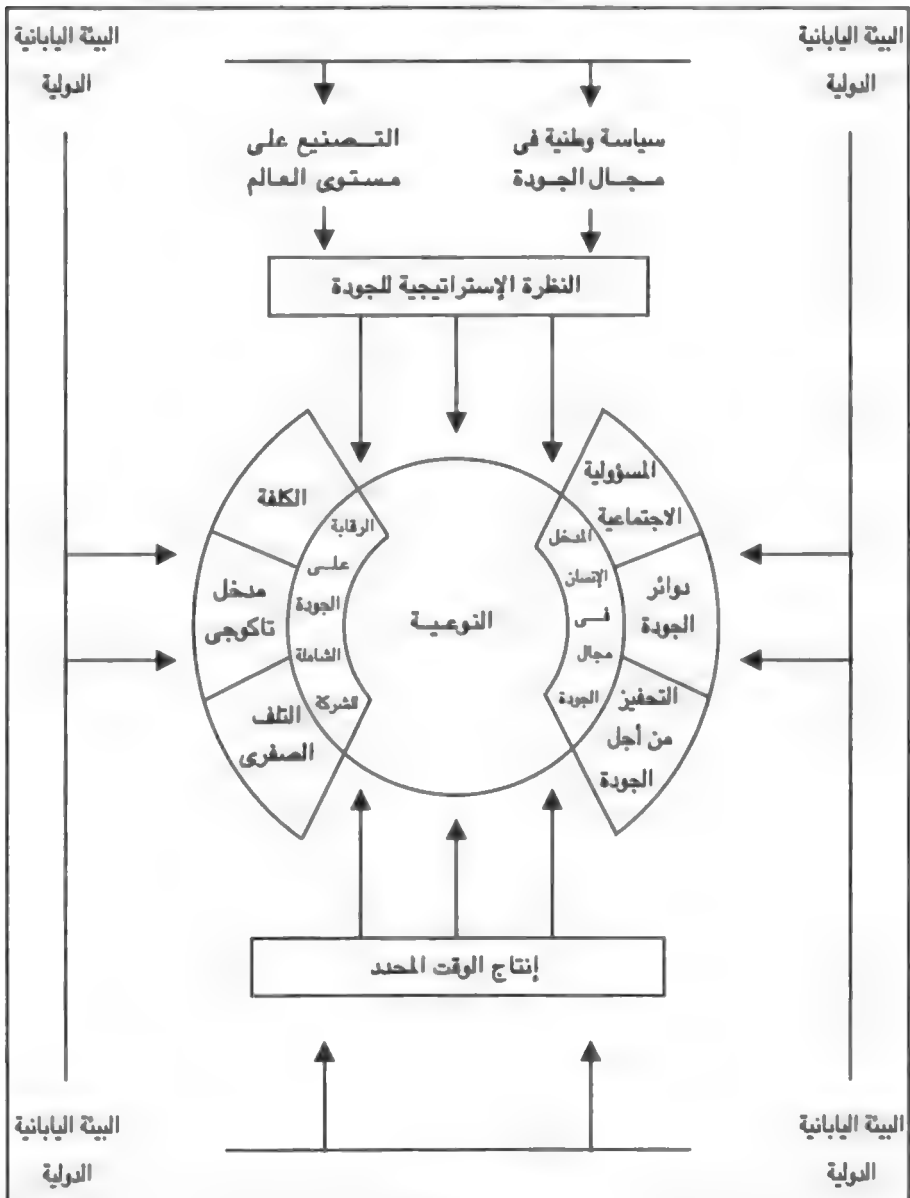
أ - السيطرة على العوامل المؤثرة بالجودة ، وهذه العوامل هي : الإدارة ، العاملون ، تصميم المنتج ، التسهيلات ، العمليات ، المواد ، والموردون ، وبما يجعل عملية تصنيع الجودة في ظروف مسيطر عليها .

ب - الاقتراب من الزبون : تجعل الشركات اليابانية الزبون هو نقطة البدء : لأنه يمثل الطلب أى ما يمكن بيعه من الإنتاج . وأن توقعات الزبون مقترنة بشكل قوى بالنتائج المتوقعة من الجودة .

ج - ترابط النوعية مع أبعاد الأداء الأخرى : تعمل الشركات اليابانية على تحقيق الاتساق الفعال بين أبعاد الأداء كلها : الكلفة ، الاعتمادية ، المرونة ، والجودة ، وليس بصيغة المبادلات بينها ؛ مما يجعل الجودة بالعلقة مع الأبعاد الأخرى مصدراً أساسياً للتفوق وتحقيق الميزة التنافسية .

د - برامج التحسين المستمر للجودة : حيث إن هذه البرامج هي الأساس في التلّف الصفري وفي تفوق الجودة .

الشكل رقم (٢) : الخصائص الأساسية للتجربة اليابانية في مجال الجودة



## ثانياً : وجود سياسة وطنية في مجال الجودة :

لقد أشار (إبجلين وستالك Abegglen and Stalk) في كتابهما عن الشركة اليابانية إلى مقارنة بين السياسة الحكومية الصناعية في الولايات المتحدة واليابان مؤكدين على الاختلافات الآتية :

١ - أن الحكومة الأمريكية تؤكد على اللوائح المنظمة للصناعة ، بينما الحكومة اليابانية تؤكد على التعاون في الصناعة .

٢ - أن الحكومة الأمريكية (وزارة العدل الأمريكية) تفرض قوانين ضد التكتلات للحد من قوة وحجم الشركات ، بينما لا توجد تقييدات مماثلة على الشركات اليابانية .

٣ - أن السياسة الأمريكية تحفز الاستهلاك بينما السياسة اليابانية تكافئ الإدخالات التي تنتج معدلات منخفضة للفائدة ، وتقلل من كلفة رأس المال في قطاع الأعمال .

ومما يضاف إلى ذلك في مجال الجودة هو وجود سياسة وطنية واضحة لتحسين الجودة ؛ حيث إن الأنشطة الأساسية التي ساهمت في إدخال الأساليب الإحصائية الحديثة للرقابة على الجودة كانت بتأثير هذه السياسة ، ونشير في هذا المجال إلى الدروس الستة التي أكدها (بيتر دركر P.F.Drucker) التي يمكن تعلمها من تجارب الإدارة الأخرى وخاصة تجارب اليابان وألمانيا ؛ حيث أورد في الدرس الثاني أن تجارب الإدارة في اليابان (وكذلك في ألمانيا) تفكر بسياسة المنافع بعناية أكبر ، وأن المساعدات الحكومية تقدم حسب حاجات مستلميها ، وهذا يفسر دور الأجهزة الحكومية في اليابان في الخمسينيات في تدريب عشرات الآلاف من المديرين والمهندسين والعمال على طريقة (ديمنج W.E.Deming) خبير الرقابة على الجود الإحصائية المعروف الذي أدخل هذه الأساليب إلى اليابان .

وهذا أيضاً ما فعله اتحاد العلماء والمهندسين اليابانيين (JUSE) في تشجيع إدخال دوائر الجودة في الشركات اليابانية ؛ مما يكشف أن الجودة في التجربة اليابانية تستند إلى سياسة وطنية تساهم في دعمها أجهزة حكومية وغير حكومية ، وهذا ما تفتقر إليه الجودة في الكثير من التجارب الأخرى ومنها تجربة الجودة في الولايات المتحدة .

**ثالثاً : الجودة مسؤولية الجميع :**

إذا كانت الجودة تمثل قدرة الشركة الصناعية فإن تحقيق هذا التمثيل لا يمكن أن يتحقق إلا إذا كانت الجودة مسؤولية الجميع ، والتجربة اليابانية تقوم على أساس أن الجودة هي مسؤولية كل فرد في الشركة بدءاً بالتزام عالٍ من قبل الإدارة وانتهاءً بمشاركة مباشرة وواسعة من قبل جميع الأقسام والعاملين . وخلافاً للمدخل التقليدي الذي يجعل الجودة من مسؤولية قسم الرقابة على الجودة ، فإن التجربة اليابانية تعطي المسؤولية المباشرة عن الجودة لقسم الإنتاج : حيث إن هذه المسؤولية تكمن في عمال الخط الإنتاجي وليس في قسم شرطة الجودة : فالعمال الذين ينتجون الجودة هم المسؤولون عنها : لأنهم أقدر على اكتشاف التلف ومعالجة الأسباب المؤدية إليه ، وهذا ما يجعل النمط المطلوب من العمال هو نمط العمال متعددي المهارات الذين يكونون قادرين على اكتشاف التلف والانحراف عن المواصفات أولاً بأول دون انتظار ذلك حتى يتم الفحص أى بعد الإنتاج ، وبالتالي يكون متأخراً جداً . هؤلاء العمال يزودون بصلاحيات واسعة بما فيها صلاحية إيقاف الخط الإنتاجي عند وجود انحراف كبير من أجل تركيز كل الجهود لمعالجته .

أما قسم الرقابة على الجودة فتكون مسؤوليته جمع المعلومات عن الجودة ونشرها ، في حين يكون الفحص الفعلي من مسؤولية العمال ، كما أنه يقوم بالتنسيق بين الأقسام لضمان الجودة في إطار علاقات تعاونية وليس علاقات عدائية تجعل من أفرادها بمثابة رجال شرطة الجودة في المصنع .

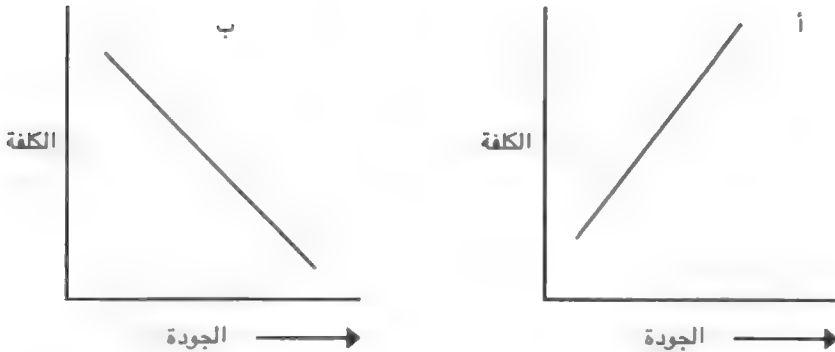
**رابعاً : جودة أعلى بكلفة أدنى :**

وفق المدخل التقليدي فإن كل مستوى للجودة يترافق مع مستوى مكافئ من الكلفة : فتحسين الجودة من مستوى أدنى إلى مستوى أعلى يتطلب زيادة الكلفة بشكل متكافئ مع التحسين . وهذا يعني أن خصائص أفضل للمنتوج سوف تتطلب كلفة إضافية تتناسب خطياً مع عملية التحسين ، وأن تقليص عدد المنتجات التالفة التي تصل إلى الزبون يتطلب زيادة في أعمال الفحص والاختيار تتناسب مع الجهد الضروري لمستوى

الثقة المطلوب في المبيعات ، وهكذا تتم مبادلة الكلفة / الجودة (Cost/Quality Tradeoff) بالمدخل التقليدي ، والشكل رقم (٢-أ) يوضح العلاقة الخطية بين الكلفة والجودة .

أما في التجربة اليابانية فإن الجهود تتركز على ما قبل الإنتاج (الشراء ، التوريد ، التصميم ، والهندسة) وعلى الإنتاج بما يؤدي إلى جودة جيدة مع تقليص واضح في أنشطة الفحص وإعادة العمل وما يترافق مع ذلك من تخفيض كبير في الكلفة ، ومن جانب آخر فإن الشركات الأمريكية (وكذلك الأوروبية) ترى أن هناك مستوى مثالياً للجودة يجب عدم تجاوزه ؛ لأن الزبائن لن يدفعوا للمستوى الأعلى منه . وهذا ما ترفضه الشركات اليابانية التي ترى أن تحسين الجودة يمثل نشاطاً مستمراً بهدف تحسين المنافسة ، وأن الكلمة اليابانية (دانتوتسو) تعني الكفاح من أجل أحسن الأحسن وهذه ترتبط بمصطلح آخر (Kaizan) وتعني التحسين دائماً ؛ حيث إن هذا التحسين ضروري لزيادة الحصة في السوق وخلق طلب جديد يساهم بدوره في تحسين الكلفة ، والشكل رقم (٢-ب) يمثل العلاقة الخطية العكسية بين الجودة والكلفة في المدخل الياباني .

الشكل رقم (٢) : العلاقة بين الكلفة والجودة



## خامساً : التلف الصفري :

رغم أن مدخل التلف الصفري ، قد تم تطويره في الولايات المتحدة (في صناعة الفضاء الأمريكية عام ١٩٦٢م) إلا أن الشركات الأمريكية تعتقد أن تحقيق التلف الصفري صعب جداً ، بل إنها من الناحية العملية تعتمد ما يدعى مستوى الجودة المقبول الذي يعنى ضمناً وجود مستوى التلف المقبول وفق نسبة الوحدات التالفة المسموحة للوجبة التي تكون مقبولة . أما في التجربة اليابانية فلا مستوى مقبول للتلف : لأن التلف يمثل هدراً . والواقع أن اليابانيين بسبب ظروفهم الجغرافية ومحدودية الموارد الطبيعية قد طوروا نظرة خاصة إلى الهدر ، ويمثل الهدر الناجم عن التلف كلفة عالية خاصة في ظروف الإنتاج الياباني وفق نظام الوقت المحدد (JIT) حيث المخزون الصفري أو في حدوده الدنيا لا يسمح بأية أخطاء في الإنتاج ، وأن التلف يؤدي إلى توقف عمليات الإنتاج : لهذا فإن التلف الصفري بقدر ما يعبر عن نظرة يابانية ، فإنه وثيق الصلة بنظام (JIT) (كما سنوضح ذلك في فقرة لاحقة) .

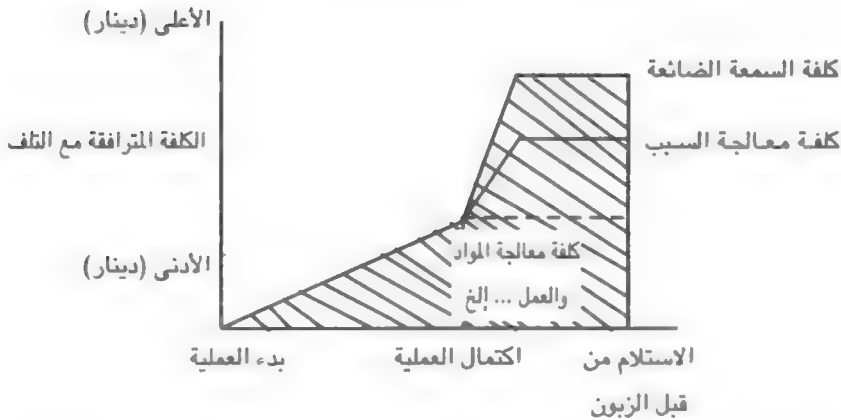
إن اليابانيين يرون أن الوقاية أفضل من التصليح أو إعادة العمل : لهذا فإنهم يعتمدون مبدأ "اعملها بشكل صحيح من أول مرة" : لأن كلفة التلف تتزايد بشكل كبير مع الوقت . ولتفسير ذلك نشير إلى أن كلفة الجودة في الشركة (أي المصروفات الكلية لضمان إيفاء المنتج بالمعايير القياسية) تتكون من ثلاثة أنواع من الكلف ، أولاً : كلفة الوقاية وهي كلفة الوقاية من التلف وتتكون عادة من كلفة تدريب العمال ، كلفة إعادة التصميم ، كلفة إعادة الهندسة لعمليات الإنتاج ، وضمان نوعية المواد ، وثانياً : كلفة التقييم كما في الفحص واختبار الجودة ، ثالثاً : كلف الإخفاق وتتمثل في كلف الإخفاق الداخلي (كلفة التلف قبل الوصول للزبون) ، كما في كلفة العمل والمواد الخاصة بالمنتج التالف ، كلفة إعادة العمل ، انخفاض درجة المنتج ، ومن ثم بيعه بكلفة أدنى ، إعادة الاختبار بعد إعادة العمل ، كلفة التوقف عن العمل بفعل انخفاض الجودة ، وكلف الانخفاض الخارجي (عند وصول التلف للزبون) كما في كلف التصليح أو الاستبدال ، السلع المعادة ، كلفة السمعة المفقودة ، والتخفيض في السعر لتعويض الجودة المنخفضة .



إن كلفة الوقاية كما تؤكد ذلك الشركات الحديثة تمثل الكلفة الأدنى وتتراوح بين (٥-١٠٪) من كلفة الجودة الكلية ، مقابل (٢٠-٢٥٪) كلفة التقييم و(٦٥-٧٥٪) كلفة الإخفاق ، والشكل رقم (٤) يوضح ذلك من خلال مبدأ القمع : حيث إن كلفة التلف تزداد مع الوقت مع كل خطوة لاحقة كما يوضح ذلك من خلال خط الكلفة والمنطقة المخططة ، وتكون الحالة المثلى هي حالة عدم التلف ، أى عند بدء العملية بدون تلف .

ولتوضيح هذا السلوك لكلفة التلف في هذا القمع : نشير إلى وصف إحدى الشركات للتلف في مقاومة كلفتها (٢) سنتان حيث ورد في أحد تقاريرها ما يلي إذا أنت اكتشفت المقاومة التالفة قبل استخدامها فإنها تكلف (٢) سنتين ، وإذا لم تكتشفها حتى لحامها في جزء من الحاسبة فقد تكلف (١٠) دولارات لتصليح الجزء ، وإذا أنت لم تكتشف الجزء حتى وصوله إلى يد الزبون : فإن كلفة التصليح قد تصل إلى مئات الدولارات وربما أكبر من كلفة الصنع . وعليه فإن الوقاية ليست هي الأدنى كلفة فقط ، بل هي الطريق إلى التلف الصفرى أيضاً .

الشكل رقم (٤) : مبدأ القمع : كلف الجودة كدالة للوقت



## سادساً : مدخل تاكوجي للجودة

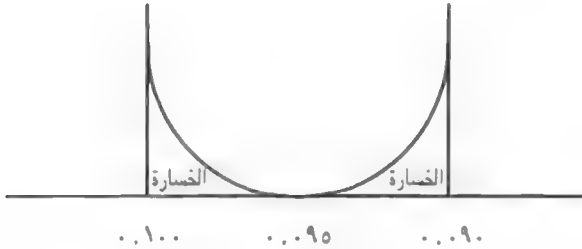
خلال الخمسينيات وبداية الستينيات قام الدكتور (جينجي تاكوجي Genichi Taguchi) بتصوير مدخله المعروف بمدخل تاكوجي للجودة (Taguchi's Approach to Quality) والذي أدى إلى منحه أرفع جائزة في اليابان في مجال الجودة عام ١٩٦٢م وهي جائزة ديمينج (Deming Award) .

إن مدخل تاكوجي لتحسين الجودة من خلال التصميم المتين يمثل رؤية جديدة إلى المنتج وتصميم العملية بطريقة تكسبها المناعة ضد الانحرافات المسببة لتلف المنتج وتدنى جودته . ففي صناعة القراميد (النموذج الأول الذي تم تطبيق مدخل تاكوجي فيه أواخر الخمسينيات) وعند فخر القراميد داخل الفرن وجد أن القراميد في الأطراف تفخر بشكل جيد مقارنة مع القراميد في الوسط ، أى أن عدم التماثل في الحرارة كان السبب في انحراف الجودة للقراميد ، وكان الخيار الأول لمعالجة ذلك تبديل الفرن بكلفة نصف مليون دولار والمعالجة وفق مدخل تاكوجي فبإعادة تصميم المنتج (أو العملية أو كليهما) ومادته لجعله أكثر قوة ومناعة للتغير والانحراف ؛ وذلك من خلال زيادة المحتوى الجبسي للقراميد من (١٪) إلى (٥ ٪) ؛ مما يخفض بشكل كبير الانحرافات في أبعاد ونوعية القراميد .

إن مدخل تاكوجي بقدر ما يهتم بالبيئة الداخلية لجودة المنتج (المادة الأولية ، تصميم المنتج ، تصميم العملية ... إلخ) ؛ فإنه يهتم بالبيئة الخارجية ؛ لأن قياس الجودة يكون بشكل خسارة كلية أو ربح كلى للمجتمع ؛ لهذا فإن مدخل تاكوجي يقدم الرؤية الجديدة إلى المواصفات ؛ فالمواصفات هي المستهدفات والتفاوتات ، والمستهدفات تمثل القيم المثلى التي يتوقع أن يحققها الإنتاج والتفاوتات هي الانحرافات المقبولة عن القيم المثلى ، إن منتج رقائق الحاسبات يحدد مثلاً أن بعد أسلاك الرقيقة في الحاسبة يجب أن يكون  $(0.0095 \pm 0.0005)$  إنج ؛ لذا فإن المستهدف في هذه الحالة هو  $(0.0095)$  إنج والتفاوتات  $(\pm 0.0005)$  إنج ، وهذه النظرية التقليدية أعيد النظر فيها بفعل مدخل تاكوجي الذي يعرف الجودة بأنها تجنب الخسارة التي يسببها المنتج للمصنع بعد شحنه . وإذا ما رجعنا إلى مثال المواصفة الخاصة بالرقيقة فإن مدخل تاكوجي يركز على المطابقة للمواصفة وليس على الاختلاف

أى المستهدفات ، وإن المواصفة ( $0.005 \pm 0.095$ ) إنج تعنى كقيمة فعلية الصنع لرقائق بعد بين الأسلاك يمتد من ( $0.090$  إلى  $0.100$ ) إنج ، ولكن ما الفرق الحقيقى بين ( $0.089$ ) و ( $0.090$ ) إنج ؟ إن الأول يعتبر خارج المواصفة ، ويجب إما إعادة عملها أو اعتبارها مخلفات إنتاج ، والثانى سيكون مقبولاً . ولكن فى الحالة الفعلية تأثيراتهما على مطابقة خصائص المنتج ستكون تقريباً متطابقة ؛ لهذا فإن مدخل تاكوجى يركز على التغير الأصغر عن القيمة المستهدفة (وهو الأفضل فى الجودة) ، وهذا ما يعبر عنه بأن الخسائر تزداد كدالة تربيعية عند التحرك إلى ما بعد القيمة المستهدفة . وهذا ما يتضح فى الشكل رقم (٥) : فالخسارة المجتمعية تكون أكبر كلما انحرفت عن ( $0.095$ ) وفق دالة خسارة تاكوجى حتى ضمن المواصفة ؛ لهذا فإن المنتجات يجب أن تكون أكثر اتساقاً من خلال تقليص الانحراف عن ( $0.095$ ) إنج .

الشكل رقم (٥) : دالة خسارة تاكوجى



ولا شك فى أن مدخل تاكوجى يمثل خصيصة أخرى (أو ميزة أخرى) لنظام الجودة فى اليابان من خلال إبراز أهمية ودور التصميم للمنتج والعملية فى تحسين الجودة ، ومناعة المنتجات ضد الانحراف والتغير غير المرغوب أثناء الصنع أو عند الاستخدام من قبل الزبون .

### سابعاً : إنتاج الوقت المحدد :

إن إنتاج الوقت المحدد يمثل نظاماً يابانياً فعالاً ؛ حيث يكون الإنتاج حسب الطلب ، وأحياناً يدعى نظام الإنتاج بدون مخزون . ومع أن هذا النظام واسع وعميق في عناصره وخصائصه (كما سبق طرحه في الفصل العاشر) . ولكن ما يهمنا منه أن هذا النظام يعمل بشكل كفء على أساس المخزون الصفري فلا يعود لدى العامل وكذلك الخط الإنتاجي احتياطي من المواد أو القطع تحت الصنع يعتمد عليها عند الخطأ أو التلف ، كما أن هذا النظام يعمل على وجبة الصنع الصغيرة (في الحالة المثالية للنظام وجبة الصنع تساوي وحدة واحدة) ؛ لهذا فإن أى تدنٍ في الجودة يكتشف بسرعة ؛ لأن وجبة الإنتاج الصغيرة يتم الانتهاء منها بسرعة فيتم الكشف السريع عن أى خلل في جودة المنتجات خلافاً لإنتاج وجبة الإنتاج الكبير (المفضلة في المدخل التقليدي) ؛ فإن اكتشاف الخلل في الجودة يظل مستمراً لحين الانتهاء من الوجبة الكبيرة . ولقد أكدت الدراسات العديدة التي تناولت هذا النظام على أنه مصمم لحل المشكلات وتحقيق التلف الصفري ومستويات النوعية العالية ، وأن تطبيق هذا النظام يحقق مزايا كثيرة من بينها خفض كلفة الإخفاق (خرقة ، إعادة عمل ، وضمانات) بنسبة (٤٠-٥٠٪) (انظر الفصل التاسع في هذا الكتاب) .

### ثامناً : دوائر الجودة :

إن دوائر الجودة أداة يابانية فعالة للتحفيز ومشاركة العاملين في تحسين الجودة ؛ فدائرة الجودة عبارة عن مجموعة من العاملين (٢-١٥) يلتقون معاً بشكل طوعي ومنتظم لتحديد وتحليل وحل مشكلات الجودة وتحسينها في مجال عملهم . وهذه الدوائر تفسح مجالاً واسعاً لمشاركة الجميع حيث ساهمت في تحويل ثقافة المنظمة القائمة على أساس الربح / الخسارة (Culture of a Win \ Loss) ، أى ربح طرف (العمال مثلاً) وخسارة الطرف الآخر (الإدارة) إلى ثقافة تعاون على أساس الربح / الربح (Culture of a Win \ Win) . ولعل في البيئة اليابانية ما يجعل هذه الدوائر فعالة جداً في تقديم الحلول والمقترحات لتحسين جميع جوانب العمل والإنتاج بما فيها

تحسين الجودة ، وهذا يفسر انتشارها حيث يوجد في اليابان حوالي مليون دائرة جودة مسجلة ، وتكشف النتائج المتحققة عن أن دوائر الجودة يمكن أن تصبح مصدراً حيوياً للأفكار الجديدة للمشكلات المتعلقة بالجودة ، وأن الدولار المستثمر فيها يمكن أن يحقق (٢-٦) دولارات كإقتصاد بالنفقات . وهذا يحدث جراء الأفكار الكثيرة المقترحة : ففي شركة تويوتا تقدم سنوياً (١,٩) مليون فكرة ، أي حوالي (٣٢) فكرة لكل عامل ، وأن الإدارة تنفذ أكثر من (٥) آلاف فكرة في اليوم .

ولقد أشار روبرت هل (R.Hall) إلى التطور الكبير في العدد الكلي للمقترحات المقدمة من قبل دوائر الجودة في شركة تويوتا للفترة (٧٥-١٩٨٠م) حيث ازداد عدد المقترحات من (٩٠٠٠) مقترح عام ١٩٦٥م إلى (٨٥٩) ألف مقترح عام ١٩٨٠م : ليزداد معدل المقترحات لكل عامل في الشركة من (١) إلى (١٨.٧) مقترح لنفس الفترة على التوالي . وفي نفس الفترة ازداد معدل قبول هذه المقترحات من (٣٩٪) إلى (٩٤٪) على التوالي .

إن الجدول رقم (٦) يوضح هذا التطور ، كما يكشف عن أن الزيادة الكبيرة في المقترحات كانت في عام ١٩٧٣م ، وهذا يعود إلى الاستجابة الفعالة لشركة تويوتا لازمة النفط ؛ حيث إن الكثير من المقترحات كان يؤدي إلى توفير صغير والبعض الآخر يقود إلى توفير كبير في الطاقة والموارد .

### تاسعا : التحفيز من أجل الجودة :

في المصانع اليابانية تكون الجودة منظورة بوضوح ؛ حيث إن إنجازات الجودة تعرض في الطابق الأرضي لهذه المصانع في مخططات وبيانات وأجهزة عرض بصرية كبيرة وعلب زجاجية ، وهذا كله يقتزن بالبحث المستمر عن تحسين الجودة . ولقد أشار (وليم أوشي W.G.Ouchi) إلى اهتمام المصانع بمعاملة العاملين بالطرق الإنسانية في كل الأحوال ؛ لأنهم يقضون فترة طويلة في العمل ، وهي معنية بخلق جو بهيج ، إضافة إلى اشتراك العاملين في الحصول على المكافآت لزيادة دخلهم حيث من الناحية النظرية كلما كانت الفطيرة أكبر حجماً ازدادت حصة الفرد من هذه الفطيرة .

## الجدول رقم (٦) : تطور عدد المقترحات ونسبة قبولها

السنة	العدد الكلي للمقترحات (الف مقترح)	عدد المقترحات لكل عامل	نسبة القبول (%)
١٩٦٥م	٩	١.٠	٣٩
١٩٧٠م	٤٠	٢.٥	٧٠
١٩٧٣م	٢٤٧	١٢.٢	٧٦
١٩٧٥م	٣٨٠	١٥.٣	٨٣
١٩٧٦م	٤٦٧	-	٨٣
١٩٧٧م	٤٥٤	-	٨٦
١٩٧٨م	٥٧٦	-	٩١
١٩٨٠م	٨٥٩	١٨.٧	٩٤

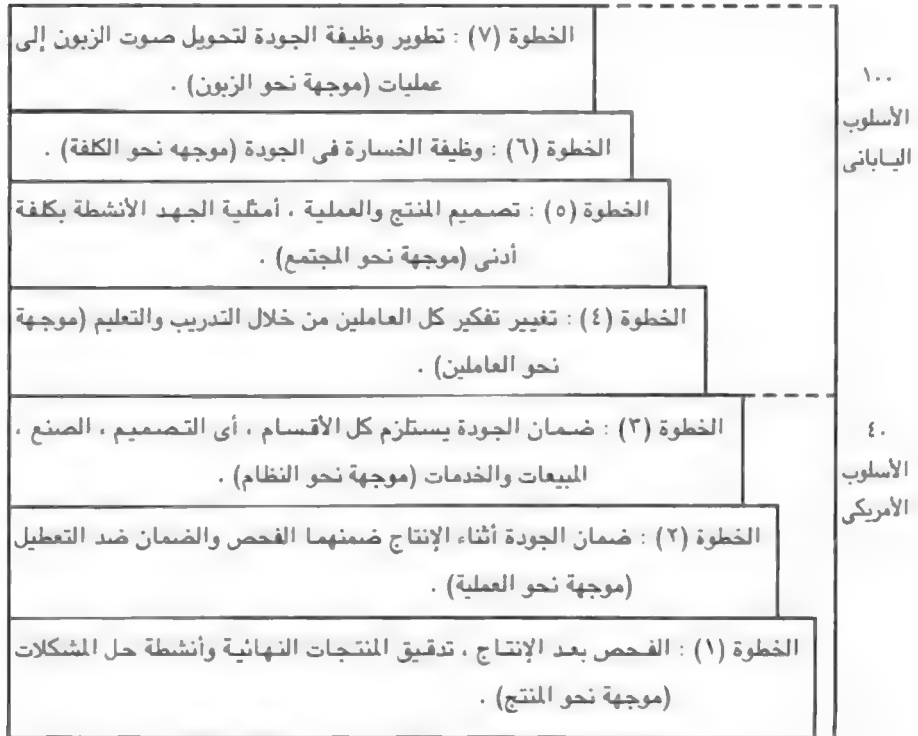
إن تحفيز العاملين في بيئة نظام الوقت المحدد (JIT) يتمثل في اعتبار العاملين هم المصدر الأكثر أهمية في تقديم الحلول للمشكلات والأفكار لتحسين الجودة ؛ لهذا يتم تفويضهم صلاحية صنع القرارات المهمة مثل إيقاف الخط الإنتاجي عندما تظهر مشكلة تستوجب ذلك . واليابانيون يطلقون على هذا المفهوم تسمية (YO-I-don) ؛ حيث وفق هذا المفهوم يقوم العامل بإيقاف الخط عند وجود صعوبات ؛ فإذا تعرض العامل إلى مشكلة تستوجب مساعدة يقوم باستخدام النظام الضوئي (أندون Andon) ويشعل ضوء التحذير الأصفر ، وإذا لم تعالج المشكلة لدقيقة واحدة ؛ فإن الضوء الأحمر يضيء ألياً وتطلق صفارة الإنذار ويتوقف خط الإنتاج ؛ لتركز كل الجهود على المشكلة لمعالجتها .

## عاشرا : الرقابة على الجودة الشاملة :

في عام ١٩٥١م وضع خبير الرقابة على الجودة الأمريكية (فيجنباوم A.V.Fiegenbaum) أسلوب الرقابة على الجودة الشاملة الذي استفاد منه اليابانيون

لتطوير نظامهم الخاص في الرقابة على الجودة الشاملة الذي يطلق عليه نظام الرقابة على الجودة الشاملة للشركة ؛ حيث إن الأسلوب الأمريكي (TQC) في حقيقة الأمر لا يمثل سوى جزء من الأسلوب الياباني (CWQC) . واليابانيون طوروا مواصفات أسلوبهم ، ونشروه في المواصفة الصناعية (١٩٨١م- Z81.1) وبدون أن نتوسع في هذا الموضوع نشير إلى أن النظام الياباني يتكون من سبع مراحل يمثل الأسلوب الأمريكي المراحل الثلاث الأول منها فقط والشكل رقم (٧) يوضح ذلك .

### الشكل رقم (٧) : المراحل السبع لبناء الجودة في الأسلوب الياباني



يتضح من الشكل رقم (٧) أن الأسلوب الأمريكي في الرقابة على الجودة الشاملة لا يمثل سوى (٤٠٪) من مراحل الأسلوب الياباني ، والنتيجة الواضحة للأسلوبين هو أن جهد النوعية في الشركات الأمريكية يتجه نحو حل مشكلات الجودة التي تظهر بدلاً من التوجه نحو تطويرها في مراحلها المختلفة كما هو متبع في الأسلوب الياباني .

كما أن الأسلوب الأمريكي يعتمد على طرق المعاينة العشوائية في الرقابة على الجودة ، وأن حجم العينة نمطياً خمس وحدات (أي  $n=5$ ) ، أما في الأسلوب الياباني وحيث إن العامل المسؤول عن الجودة يفحص كل وحدة منتجة ؛ فلا تستخدم طرق المعاينة ، وأن حجم العينة وحدتان (أي  $n=2$ ) ويتألف من الوحدة الأولى والوحدة الأخيرة .

وبعد هذا العرض لأبرز الخصائص لابد من الإشارة إلى أن الأسلوب الياباني بقدر ما يقوم على تسليط الضوء لمعالجة وحل المشكلات ؛ فإنه يوجه ضوءاً كاشفاً آخر من أجل تحسين الجودة حتى أصبحت الجودة اليابانية نموذجاً للتفوق الياباني وقوته الدافعة .



## المراجع :

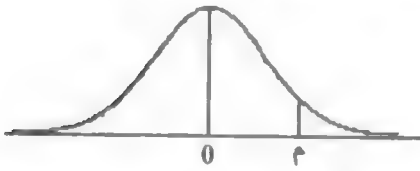
## أولا : الكتب

- ١ - بيتر . ف . دروكر "الإدارة بالنتائج" ترجمة د. عامر الكبيسي وراقية رؤوف الجلبى ، مطابع التعليم العالي ، بغداد ، ١٩٩٠م .
- ٢ - ريتشارد باسكال وانتوني ج اثنوس "فن الإدارة اليابانية" ترجمه محمد حسن ياسين ، مطابع معهد الإدارة العامة ، الرياض ١٩٨٦م .
- 3- E.Adam. Jr. and R.J.Ebert, The Production and Operations Management, Prentice-Hall of India Private New Delhi 1993.
- 4- D. Bain, The Productivity Prescription, McGraw-Hill Book Co. New York 1982.
- 5- J. M.Crocock, The Chain of Quality, John Willy and Sons. New York 1986.
- 6- D. L. Dewar, Quality Circles, Quality Circles Institute, SA, (N.D.).
- 7- A. V. Feigenbaum, Total Quality Control, McGraw-Hill Book CO. New York 1983.
- 8- R. Hall, Zero Inventories, Homewood, I I I. Dow Jones- Irwin, 1983.
- 9- E. J. Hay, The Just-In-Time Breakthrough, John Willy and Sons. New York 1988.
- 10- J. Hiezer and B.Render, Production and Operations Management, Allan and Bacon, Inc, Boston, 1988.
- 11- J. M. Ivancevich et al, Management : Principles and Functions, Irwin, Homewood Boston 1989.
- 12- G. Kanawaty (Ed), Introduction to Work Study, ILO Geneva, 1992.
- 13- M.S.Phadke, Quality Engineering Using Robust Design, Printice-Hall International Inc UK 1989.
- 14- M.Robson, Quality Circles : A Practical Guide, Gower Publishing Co Aldershot, 1982.
- 15- J. E Ross and Y. K.Shetty, Making Quality : A Fundamental Part of Strategy, Cited in J. H. Dennelly, Jr. et. al (Editor), Perspective on Management Universal Book Stall, New Delhi 1987.
- 16- W. J. Stevenson, Production\Operation Management, Irwin, Homewood Boston, 1990.

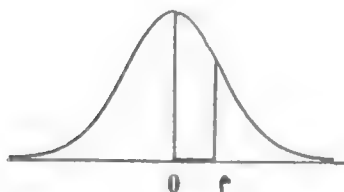
## ثانيا : الدويات :

- 1- P. E. Drucker, Learning From Foreign Management. The Wall Street Journal, June. 1980.
- 2- J. M. Joran, Made in U. S. A : A. Renaissance in Quality, HBR July-August 1993.

ملحق (أ) : المساحة تحت المنحنى الطبيعي القياسي من  $-\infty$  إلى  $z$

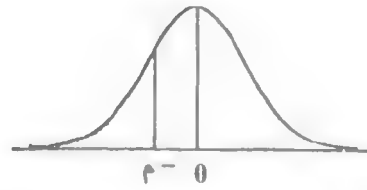


$z$	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
.5	.6915	.6951	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7703	.7734	.7764	.7794	.7823	.7853
.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8829
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9908	.9911	.9913	.9915
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9983	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9989
3.1	.9990	.9990	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995	.9995
3.3	.9996	.9996	.9996	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997

ملحق (ب) : المساحة تحت المنحنى الطبيعي ، صفر إلى  $z$ 

$z$	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2703	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4318
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

ملحق (ج) : المساحة تحت المنحنى الطبيعي القياسي من  $\infty$  إلى  $z$



$z$	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-3.0	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
-2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
-2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019	.0019
-2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
-2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
-2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
-2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
-2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
-2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
-2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
-2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
-1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
-1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
-1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
-1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
-1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
-1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
-1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-0.8	.2019	.2000	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
-0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
-0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
-0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

## ملحق (د) : احتمالات بواسون التراكمية

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
.05	.951	.990	1.000										
.10	.905	.995	1.000										
.15	.861	.990	.999	1.000									
.20	.818	.982	.999	1.000									
.25	.779	.974	.998	1.000									
.30	.741	.963	.998	1.000									
.35	.705	.951	.994	1.000									
.40	.670	.938	.982	.998	1.000								
.45	.638	.925	.968	.999	1.000								
.50	.607	.910	.965	.998	1.000								
.55	.577	.894	.962	.998	1.000								
.60	.549	.878	.977	.997	1.000								
.65	.522	.861	.972	.998	.999	1.000							
.70	.497	.844	.968	.994	.999	1.000							
.75	.472	.827	.959	.983	.998	1.000							
.80	.448	.809	.953	.981	.998	1.000							
.85	.427	.791	.945	.980	.998	1.000							
.90	.407	.772	.937	.987	.998	1.000							
.95	.387	.754	.929	.984	.987	1.000							
1.0	.368	.736	.920	.981	.986	.998	1.000						
1.1	.353	.720	.910	.974	.985	.998	1.000						
1.2	.341	.703	.899	.966	.982	.998	1.000						
1.3	.327	.687	.887	.957	.980	.998	1.000						
1.4	.317	.672	.873	.946	.980	.997	.999	1.000					
1.5	.308	.658	.858	.934	.981	.988	.999	1.000					
1.6	.299	.645	.843	.921	.978	.984	.999	1.000					
1.7	.291	.633	.829	.907	.970	.982	.998	1.000					
1.8	.283	.621	.815	.891	.964	.980	.997	.999	1.000				
1.9	.275	.610	.801	.878	.956	.987	.997	.999	1.000				
2.0	.268	.600	.787	.867	.947	.983	.996	.999	1.000				
2.2	.255	.579	.762	.841	.928	.975	.993	.998	1.000				
2.4	.241	.558	.735	.812	.904	.964	.988	.997	.999	1.000			
2.6	.227	.537	.707	.781	.877	.951	.983	.995	.999	1.000			
2.8	.213	.516	.678	.752	.848	.935	.978	.992	.998	.999	1.000		
3.0	.200	.495	.649	.723	.818	.916	.968	.990	.996	.999	1.000		
3.2	.187	.474	.620	.694	.789	.885	.955	.983	.994	.998	1.000		
3.4	.175	.453	.591	.665	.760	.856	.942	.977	.992	.997	.999	1.000	
3.6	.163	.432	.562	.636	.731	.827	.912	.968	.990	.996	.999	1.000	
3.8	.151	.411	.533	.607	.702	.798	.883	.948	.988	.996	.999	1.000	
4.0	.140	.390	.504	.578	.673	.769	.854	.940	.979	.992	.997	.999	1.000

## تكملة ملحق (د) : احتمالات بواسون التراكمية

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4.2	.015	.078	.210	.395	.500	.753	.867	.936	.972	.988	.996	.999	1.000	
4.4	.012	.068	.185	.359	.561	.720	.844	.921	.964	.985	.994	.998	.999	1.000
4.6	.010	.056	.163	.328	.513	.686	.818	.905	.955	.980	.992	.997	.999	1.000
4.8	.008	.048	.143	.294	.476	.651	.791	.887	.944	.975	.990	.996	.999	1.000
5.0	.007	.040	.129	.266	.440	.616	.762	.867	.932	.968	.986	.995	.998	.999
5.2	.006	.034	.108	.236	.406	.581	.732	.845	.918	.960	.982	.992	.997	.999
5.4	.005	.029	.085	.213	.373	.546	.704	.822	.908	.951	.977	.990	.996	.999
5.6	.004	.024	.079	.191	.342	.512	.679	.797	.884	.941	.972	.988	.995	.998
5.8	.003	.021	.072	.170	.319	.478	.638	.771	.887	.929	.966	.984	.993	.997
6.0	.002	.017	.062	.151	.285	.446	.604	.744	.847	.918	.957	.980	.991	.996
6.2	.002	.015	.054	.134	.259	.414	.574	.716	.828	.902	.948	.975	.989	.996
6.4	.002	.012	.046	.119	.235	.384	.542	.687	.803	.888	.938	.968	.986	.994
6.6	.001	.010	.040	.105	.213	.355	.511	.658	.780	.869	.927	.963	.982	.992
6.8	.001	.009	.034	.093	.192	.327	.480	.630	.755	.850	.918	.965	.978	.990
7.0	.001	.007	.030	.082	.173	.301	.460	.599	.729	.830	.901	.947	.973	.987
7.2	.001	.006	.028	.072	.158	.276	.429	.566	.703	.810	.887	.937	.967	.984
7.4	.001	.005	.022	.063	.140	.253	.382	.530	.676	.788	.871	.926	.961	.980
7.6	.001	.004	.019	.056	.125	.231	.365	.510	.648	.768	.854	.915	.954	.976
7.8	.000	.004	.018	.048	.112	.210	.338	.481	.620	.741	.836	.902	.945	.971
8.0	.000	.003	.014	.042	.109	.191	.313	.453	.593	.717	.818	.888	.936	.966
8.2	.000	.003	.012	.037	.089	.174	.290	.425	.565	.692	.796	.873	.926	.960
8.4	.000	.002	.010	.032	.077	.157	.267	.399	.537	.666	.774	.867	.918	.952
8.6	.000	.002	.009	.028	.070	.148	.246	.373	.509	.640	.752	.848	.903	.943
8.8	.000	.001	.007	.024	.062	.128	.226	.346	.482	.614	.729	.822	.890	.936
9.0	.000	.001	.006	.021	.059	.116	.207	.324	.448	.567	.686	.803	.875	.928
9.2	.000	.001	.005	.018	.049	.104	.189	.301	.430	.561	.682	.783	.861	.916
9.4	.000	.001	.005	.016	.043	.093	.173	.279	.404	.536	.658	.763	.845	.904
9.6	.000	.001	.004	.014	.038	.084	.157	.258	.380	.509	.633	.741	.828	.892
9.8	.000	.001	.003	.012	.033	.075	.143	.236	.354	.483	.608	.719	.810	.879
10.0	0	.000	.003	.010	.029	.067	.130	.220	.333	.458	.583	.697	.782	.864
10.2	0	.000	.002	.004	.028	.060	.118	.203	.311	.433	.558	.674	.772	.848
10.4	0	.000	.002	.004	.023	.053	.107	.185	.290	.408	.533	.659	.752	.834
10.6	0	.000	.002	.007	.020	.048	.097	.171	.283	.385	.500	.627	.732	.817
10.8	0	.000	.001	.008	.017	.042	.087	.167	.250	.363	.484	.603	.718	.799
11.0	0	.000	.001	.005	.015	.038	.079	.143	.232	.341	.460	.579	.688	.781
11.2	0	.000	.001	.004	.013	.033	.071	.131	.215	.318	.436	.555	.667	.762
11.4	0	.000	.001	.004	.012	.029	.064	.119	.194	.298	.413	.532	.644	.743
11.6	0	.000	.001	.003	.010	.026	.057	.108	.183	.279	.381	.490	.602	.702
11.8	0	.000	.001	.003	.009	.023	.051	.091	.169	.269	.369	.486	.599	.702
12.0	0	.000	.001	.002	.008	.020	.046	.080	.155	.242	.347	.462	.576	.682

## تكملة ملحق (د) : احتمالات بواسون التراكمية

X														
np	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
12.2	0	0	0.000	0.002	0.007	0.018	0.041	0.081	0.142	0.225	0.327	0.439	0.553	0.660
12.4	0	0	0.000	0.002	0.006	0.016	0.037	0.073	0.131	0.209	0.307	0.417	0.530	0.639
12.6	0	0	0.000	0.001	0.005	0.014	0.033	0.066	0.120	0.194	0.288	0.395	0.508	0.617
12.8	0	0	0.000	0.001	0.004	0.012	0.029	0.060	0.109	0.179	0.269	0.374	0.485	0.595
13.0	0	0	0.000	0.001	0.004	0.011	0.026	0.054	0.100	0.166	0.252	0.353	0.463	0.573
13.2	0	0	.000	.001	.003	.009	.023	.049	.091	.153	.235	.333	.441	.551
13.4	0	0	.000	.001	.003	.008	.020	.044	.083	.141	.219	.314	.420	.529
13.6	0	0	.000	.001	.002	.007	.018	.039	.075	.130	.204	.295	.399	.507
13.8	0	0	.000	.001	.002	.006	.016	.035	.068	.119	.189	.277	.378	.486
14.0	0	0	0	.000	.002	.006	.014	.032	.062	.109	.176	.260	.358	.464
14.2	0	0	0	.000	.002	.005	.013	.028	.056	.100	.163	.244	.339	.443
14.4	0	0	0	.000	.001	.004	.011	.025	.051	.092	.151	.228	.320	.423
14.6	0	0	0	.000	.001	.004	.010	.023	.046	.084	.139	.213	.302	.402
14.8	0	0	0	.000	.001	.003	.009	.020	.042	.077	.129	.198	.285	.383
15.0	0	0	0	.000	.001	.003	.008	.018	.037	.070	.118	.185	.268	.363
15.2	0	0	0	.000	.001	.002	.007	.016	.034	.064	.109	.172	.251	.344
15.4	0	0	0	.000	.001	.002	.006	.014	.030	.058	.100	.160	.236	.326
15.6	0	0	0	.000	.001	.002	.005	.013	.027	.053	.092	.148	.221	.308
15.8	0	0	0	0	.000	.002	.005	.011	.025	.048	.084	.137	.207	.291
16.0	0	0	0	0	.000	.001	.004	.010	.022	.043	.077	.127	.193	.275
16.2	0	0	0	0	.000	.001	.004	.009	.020	.039	.071	.117	.180	.259
16.4	0	0	0	0	.000	.001	.003	.008	.018	.035	.065	.108	.168	.243
16.6	0	0	0	0	.000	.001	.003	.007	.016	.032	.059	.100	.156	.228
16.8	0	0	0	0	.000	.001	.002	.006	.014	.029	.054	.092	.145	.214
17.0	0	0	0	0	.000	.001	.002	.005	.013	.026	.049	.085	.135	.201
17.2	0	0	0	0	.000	.001	.002	.005	.011	.024	.045	.078	.125	.188
17.4	0	0	0	0	.000	.001	.002	.004	.010	.021	.041	.071	.116	.176
17.6	0	0	0	0	0	.000	.001	.004	.009	.019	.037	.065	.107	.164
17.8	0	0	0	0	0	.000	.001	.003	.008	.017	.033	.060	.099	.153
18.0	0	0	0	0	0	.000	.001	.003	.007	.015	.030	.055	.092	.143
18.2	0	0	0	0	0	.000	.001	.003	.006	.014	.027	.050	.085	.133
18.4	0	0	0	0	0	.000	.001	.002	.006	.012	.025	.046	.078	.123
18.6	0	0	0	0	0	.000	.001	.002	.005	.011	.022	.042	.072	.115
18.8	0	0	0	0	0	.000	.001	.002	.004	.010	.020	.038	.068	.106
19.0	0	0	0	0	0	.000	.001	.002	.004	.009	.018	.035	.061	.098
19.2	0	0	0	0	0	0	.000	.001	.003	.008	.017	.032	.056	.091
19.4	0	0	0	0	0	0	.000	.001	.003	.007	.015	.029	.051	.084
19.6	0	0	0	0	0	0	.000	.001	.003	.006	.013	.026	.047	.078
19.8	0	0	0	0	0	0	.000	.001	.002	.006	.012	.024	.043	.072
20.0	0	0	0	0	0	0	.000	.001	.002	.005	.011	.021	.039	.066

## المؤلف في سطور

- د. نجم عبود نجم .
- ولد في بغداد بالعراق .

## المؤهل العلمي :

- حاصل على شهادة الدكتوراه في إدارة الإنتاج من أكاديمية الدراسات الاقتصادية - بوخارست / رومانيا عام ١٩٨١م .

## الوظيفة الحالية :

- يعمل أستاذاً مساعداً في المعهد المهني العالي بدرنة - ليبيا .

## الخبرات العلمية والعلمية :

- عمل محاضراً في كلية الإدارة والاقتصاد بجامعة بغداد .
- شارك في مناقشة رسائل الدراسات العليا في جامعة بغداد وجامعة قاربونس في بنغازي ، كما عمل في مجال التدريس لطلاب الدراسات العليا في الجامعتين .
- نشر العديد من الكتب والبحوث العلمية المحكمة في مجال تخصصه العلمي منها :
- كتاب (نظام الوقت المحدد) منشور من قبل المنظمة العربية للتنمية الإدارية ١٩٩٥م .
- كتاب (أخلاقيات الإدارة في عالم متغير) تحت النشر لدى المنظمة العربية للتنمية الإدارية .
- الخصائص الأساسية للتجربة اليابانية في مجال الإنتاجية عام ١٩٩٦م .
- الآثار المتعلقة بالهندسة البشرية للعاملين على وحدات العرض البصرية (بحث مشترك) عام ١٩٩٧م .
- الجودة عالية المستوى ١٩٩٩م .
- المشاركة في العديد من المؤتمرات والحلقات العلمية الدراسية .
- المشاركة في العديد من البرامج والدورات التخصصية .



حقوق الطبع والنشر محفوظة لمعهد الإدارة العامة ولا يجوز اقتباس جزء من هذا الكتاب أو إعادة طبعه بأيّة صورة دون موافقة كتابية من المعهد إلا في حالات الاقتباس القصير بغرض النقد والتحليل ، مع وجوب ذكر المصدر .

تم التصميم والإخراج الفني والطباعة في  
إدارة الطباعة والنشر بمعهد الإدارة العامة - ١٤٢٢هـ



## إدارة العمليات

النظم والأساليب والاتجاهات الحديثة  
الجزء الأول



## هذا الكتاب

يعرض الكتاب لموضوع إدارة العمليات ومفاهيمها وتطبيقاتها وتطورها ، ويناقش الإستراتيجية والفرق بين الخدمة والإنتاج ، ويحلل ويرصد مساهمات العلماء في تطور إدارة العمليات من عام ١٧٧٦م حتى نهاية الألفية الثانية . كما يعرض للتجربة اليابانية في إستراتيجية العمليات ويقارنها بالتجربة الأمريكية ، ويناقش موضوعات مهمة مثل : الخصائص الأساسية لإستراتيجية العمليات والشركة الخلاقة للمعرفة ، والأساليب التنافسية ، وبناء الشبكات المتعلقة بالكلفة والمسار الحرج .

ثم يتناول المؤلف العوامل المؤثرة على اختيار موقع المشروع والاتجاهات الحديثة في اختيار الموقع ، والأنواع الأساسية للتنظيم الداخلي وتنظيم المستودعات ، وتقدير الطلب والعرض وأساليب التنبؤ ، وأساليب تطوير المنتجات وإدارة المخزون ، وتقدير الاحتياجات من المواد ، وجدولة الإنتاج وإزالة الهدر والصيانة الوقائية ومقاييس الكفاءة .

ثم يختتم الكتاب بموضوع الجودة في إدارة العمليات ، وقد تم تقسيم مادة الكتاب إلى أربعة عشر فصلاً تضمنت أسئلة للتطبيق وقائمة بالمراجع الهامة .

ردمك : ٥ - ٠٦٩ - ١٤ - ٩٩٦٠

تصميم وإخراج وطباعة  
الإدارة العامة للطباعة والنشر بمعهد الإدارة العامة - ١٤٢٢هـ



المواد

المدخلات